robotron
K1003

Bedien- und Programmierhandbuch

robotron

Programmierbarer Kleinstrechner robotron K 1003

Bedien- und Programmierhandbuch

VEB Robotron-Elektronik
1980

VEB Robotron-Elektronik
Zella-Mehlis

DDR - 6060 Zella-Mehlis

Straße der Antifa 63-66
Telefon: Zella-Mehlis 6 10
Telex: 062219

Exporteur:

Robotron-Export-Import
Volkseigener Außenhandelsbetrieb der
Deutschen Demokratischen Republik

DDR - 108 Berlin

Friedrichstraße 61

Anlagen

Inhaltsverzeichnis

Seite

EINLEITUNG

Das vorliegende Bedien- und Programmierhandbuch vermittelt alle erforderlichen Kenntnisse zur Arbeitsweise und effektiven Nutzung des Programmierbaren Kleinstrechners robotron K 1003.

Der Rechner ist ein kompaktes Auftischgerät, das leicht transportierbar ist und auf Ihrem Schreibtisch Platz findet. Er ist sehr einfach zu bedienen und erfordert keine spezielle Ausbildung.

Das Bedien- und Programmierhandbuch stellt für Sie eine wesentliche Hilfe dar, den Rechner zur Rationalisierung Ihrer täglichen Arbeit effektiv zu nutzen.
Zunächst lernen Sie im Abschnitt 1 Aufbau, Wirkungsweise und Leistungsfähigkeit des Rechners kennen. Hier werden grundlegende Kenntnisse vermittelt, die für das Verständnis der anderen Abschnitte von Bedeutung sind.
Abschnitt 2 enthält wichtige Hinweise zur Inbetriebnahme, Bedingungen für den Betrieb des Gerätes und allgemeine technische Daten.

Lesen Sie erst diesen Abschnitt, bevor Sie Ihr Gerät einschalten!
Im Abschnitt 3 erfahren Sie alles, was für das MANUELLE RECHNEN wichtig ist.
Gegenstand des Abschnittes 4 ist das PROGRAMMIERTE RECHNEN. Hier finden Sie alle Hinweise, die Sie brauchen, um Programme aufzustellen, einzugeben, zu testen und abzuarbeiten.

Für Ihren Rechner gibt es verschiedene auswechselbare Funktionsblöcke. Sie enthalten spezielle, bestimmten Anwendungsgebieten zugeordnete Funktionen. Diese werden im Abschnitt 5 beschrieben.
Abschnitt 6 enthält alle Informationen zur Magnetkarteneinheit.
Die erforderlichen Kenntnisse zum Druckwerk Ihres Rechners vermittelt der Abschnitt 7.
Abschnitt 8 bringt eine Zusammenstellung aller Fehlerkontrollen des Rechners und Hinweise zur Beseitigung von Fehlern.
Der Abschnitt 9 beschreibt die Überprüfung der Funktionsfähigkeit mit Hilfe der mitgelieferten Magnetkarten.

Die wichtigsten Informationen sind in den Anlagen nochmals zusammengefaßt. So enthält Anlage 1 eine Abbildung des Tastenfeldes und der Zustandsanzeigen, Anlage 2 eine Kurzbeschreibung aller Tasten und Befehle, Anlage 3 ein Programmformular, die Anlage 4 den mnemonischen Befehlscode und die Anlage 5 ein Programmbeispiel zur Ausführung von Druckoperationen. Diese Anlagen dienen dem erfahrenen Nutzer als Nachschlagwerk und ermöglichen eine sehr schnelle Information. Der Text ist so aufgebaut, daß den einzelnen Abschnitten Kurzfassungen vorangestellt sind. Sie vermitteln einen Überblick zum Problem.

Der mit der Bedienung vertraute Nutzer wird nur noch mit diesen Kurzfassungen arbeiten. Die ausführlichen Darstellungen in den einzelnen Kapiteln dienen der Einarbeitung und dem genauen Kennenlernen der Funktionen. Die Probleme sind an Hand von Bedienfolgen und Beispielen ausführlich erläutert.

1. Kurzbeschreibung des Rechners

1.1. Bestandteile

TASTENFELD

Das Tastenfeld ist in der Anlage 1 dargestellt. Die hier aufgeführten Tastenbaugruppen geben Ihnen einen Überblick zum Funktionsumfang des Rechners. Beachten Sie gleichzeitig die Doppelbelegung der Tasten zur Eingabe alphanumerischer Zeichen.
Der Belegung der Tastengruppe für die auswechselbaren Funktionsblöcke können die Funktionsblöcke MATHEMATIK oder STATISTIK zugrunde gelegt werden (vgl. Abschnitt 5.).

Die auf dem Tastenfeld angeordneten Zahlen 1 bis 7 (Zeile) und 00 bis 16 (Spalte) ordnen jeder Taste einen Spalten-/Zeilencode zu. Dieser ist identisch mit dem angezeigten Befehlscode und ermöglicht Ihnen ohne zusätzliche Codetabellen eine sehr einfache Überprüfung von Programmen.

ANZEIGEN

Die 16-stellige Anzeige dient zur Anzeige der eingetasteten Zahl oder des Rechenergebnisses. Bei Rechenergebnissen können Sie in bezug auf die Anzeigedarstellung zwischen Festkomma- und Gleitkommaformat wählen.
Die ersten beiden Stellen der Anzeige werden durch den Numerateur (vgl. Abschnitt 4.3.) belegt.
Die beiden letzten Stellen werden zur Anzeige der Betriebsart verwendet.
Während Programmeingabe oder Programmtest wird das Programm angezeigt. Treten Fehler auf, wird ein spezifisches Fehlerkennzeichen angezeigt. Außerdem sind oberhalb des Tastenfeldes 5 Zustandsanzeigen angeordnet (vgl. Anlage 1).

ARBEITSSPEICHER

Der Rechner besitzt zwei verschiedene Speicher, den Kellerspeicher und den Arbeitsspeicher. Der Kellerspeicher besteht aus den Registern X, Y und Z. Er dient vor allem der Ausführung von Rechenoperationen. Im Arbeitsspeicher werden Daten und Programme abgespeichert. In bezug auf die Kapazität des Arbeitsspeichers gibt es unterschiedliche Ausrüstungsvarianten. Sie erkennen das am Typenschild (Geräterückseite).

robotron K 1003 - 1	920 Speicherplätze
robotron K 1003 - 2	1944 Speicherplätze
robotron K 1003 - 3	2968 Speicherplätze
robotron K 1003 - 4	3992 Speicherplätze

Der Arbeitsspeicher besteht aus einem Datenspeicher zur Speicherung von Zahlen und einem Programmspeicher zur Aufnahme von Programmen. Zur Speicherung einer Zahl sind 8 Speicherplätze erforderlich. Jeder Befehl eines Programms benötigt 1 Speicherplatz. Die Größe des Datenspeichers kann mit Hilfe der Tastatur optimal an das zu lösende Problem angepaßt werden. Der Rest des Arbeitsspeichers steht dann jeweils als Programmspeicher zur Verfügung.

FUNKTIONSBLÖCKE

Die vom Bediener einsteckbaren Funktionsblöcke sind wahlweise verwendbare Zusätze.
Sie erweitern den Funktionsumfang und erlauben eine gute Anpassung des Rechners an spezielle Anwendungsgebiete. Der Aufruf dieser zusätzlichen Funktionen erfolgt über die linke Tastengruppe. Diese Tastengruppe wird mit einer zum Funktionsblock gehörenden Maske versehen. Sie trägt die Beschriftung der Tasten.

MAGNETKARTENEINHEIT

Die Magnetkarten werden für die Ein- und Ausgabe von Programmen und Daten verwendet. Die Steuerung der Ein- und Ausgabe von Magnetkarten erfolgt durch die im rechten oberen Teil des Tastenfeldes angeordneten Tasten. Die Magnetkarten werden einzeln oberhalb des Tastenblocks für die Programmierung in einen Schacht eingesteckt. Nach dem Durchzug kann die Karte unterhalb dieses Tastenblockes entnommen werden. Damit besteht die Möglichkeit, einmal ausgearbeitete Programme auf Magnetkarte aufzuzeichnen und später wieder in den Arbeitsspeicher einzulesen, ohne daß ein wesentlicher Bedienaufwand entsteht. Es können auf der Magnetkarte sowohl Programme als auch Daten zwischengespeichert werden.

DRUCKWERK

Das 16-stellige alphanumerische Streifendruckwerk wird verwendet, um eingegebene alphanumerische Daten, Ergebnisse und auch Programme auszudrucken. Die Ausgabe von Zahlen erfolgt wie bei der Anzeige wahlweise in Festkomma- oder Gleitkommaform.
Zur Steuerung des Druckwerkes dienen die Tasten oberhalb der Tastengruppe für die Programmierung.

1.2. Betriebsarten

Die Bedienung des Rechners ist in folgenden Betriebsarten möglich:

- **MANUELLES RECHNEN**

  Jede Tastenbetätigung führt zur sofortigen Ausführung der entsprechenden Operation. Eine Ausnahme stellt der TEXT-Modus dar. Hier werden die alphanumerischen Zeichen vor dem Zeilendruck erst zwischengespeichert.

- PROGRAMMEINGABE

Nach Einschaltung dieser Betriebsart führt jede Tastenbetätigung zur Abspeicherung eines Befehls.
Die Operation wird nicht ausgeführt.
Ist das Druckwerk eingeschaltet, werden die einzelnen Befehle ausgedruckt.

- PROGRAMMIERTES RECHNEN

Nach dem manuell ausgelösten Start erfolgt die automatische Abarbeitung des abgespeicherten Programms. Die automatischen Abläufe werden an vorgesehenen Stopstellen oder bei Programmende beendet. Ergebnisse können angezeigt und ausgedruckt werden.

- LIST

Die Betriebsart LIST dient der Überprüfung des eingespeicherten Programms. Der Inhalt des Programmspeichers wird schrittweise, Befehl für Befehl, zur Anzeige gebracht oder, falls der Drucker eingeschaltet ist, ausgedruckt.
Die Darstellung der Befehle in der Anzeige entspricht dem auf der Tastatur angebrachten Spalten-/Zeilencode. Ausgedruckt wird ein mnemonischer Befehlscode.

- TEST

Die Betriebsart TEST ist ähnlich der Betriebsart LIST. Jedoch wird hier das Programm nicht in der Reihenfolge der Abspeicherung, sondern in der Reihenfolge der Abarbeitung angezeigt oder ausgedruckt.

1.3. Zahlendarstellung und Zahlenbereich

Der Rechner arbeitet intern nur mit Gleitkommazahlen. Diese bestehen aus einer 12-stelligen Mantisse und einem 2-stelligen Exponenten. Mantisse und Exponent sind mit Vorzeichen versehen..
Diese intern abgespeicherten Zahlen sind im Festkomma- oder im Gleitkommaformat anzeigbar und druckbar.

Festkommaformat:

									0,	1	2	3	5				

Vorzeichen — Festkommazahl

Gleitkommaformat:

		-	1,	2	3	4	5	6	7	8	9	1	-	0	1

Vorzeichen — Mantisse . Vorzeichen — Exponent

Die mit der niedrigsten Wertigkeit angezeigte oder gedruckte Ziffer ist gerundet.
Der Zahlenbereich wird durch folgende Grenzwerte definiert:

$$1{,}0 \cdot 10^{-98} \leq |x| \leq 9{,}999999999 \cdot 10^{99} \quad \text{und } x = 0$$

Der Rechner überprüft ständig, ob alle Zahlen diesen Bedingungen genügen. Werden sie verletzt, erscheint eine Fehleranzeige (vgl. Abschnitt 8).

2.
Inbetriebnahme

EINSCHALTEN DES GERÄTES

Der Rechner K 1003 ist für den Betrieb am Einphasen-Wechselspannungsnetz mit einer Netzspannung von

$$220\ V \begin{matrix} +10\ \% \\ -15\ \% \end{matrix}$$

und einer Netzfrequenz von

$$50\ Hz \pm 4\ \%$$

vorgesehen.

Die Leistungsaufnahme beträgt je nach Speicherausstattung etwa 70 W bis 100 W. Die Leistungsaufnahme Ihres Gerätes ist auf dem Typenschild angegeben.

Der Anschluß des Rechners erfolgt vom Gerätestecker (an der Rückseite) über die mitgelieferte Geräteanschlußleitung zu einer Schutzkontakt-Steckdose. Danach kann der Rechner über den ebenfalls an der Geräterückseite angeordneten Netz-Kippschalter eingeschaltet werden.
Der Rechner befindet sich dann im Grundzustand und ist für MANUELLES RECHNEN bereit.

Der Grundzustand ist durch folgende Bedingungen gekennzeichnet:
- In der Anzeige erscheint | | | | 0, | | | | | | | | | | 0 | 0 |
- Die Anzeigeform ist Gleitkomma.
- Alle Zustandsanzeigen sind ausgeschaltet.
- Arbeits- und Kellerspeicher sind gelöscht.
- Der Arbeitsspeicher ist so organisiert, daß 7 Datenregister reserviert sind und daß mit der Abspeicherung von Befehlen am Anfang des verfügbaren Programmspeicherbereiches begonnen werden kann.

- Der Selektor ist ausgeschaltet.
- Wenn der Funktionsblock MATHEMATIK eingesetzt ist, gilt BOGEN als Winkelmaß.
- Der Drucker ist eingeschaltet.

Wollen Sie vor dem Einschalten des Rechners einen Funktionsblock einsetzen oder austauschen, so verfahren Sie nach Pkt. 5.1.
Erfolgt keine Anzeige des Grundzustandes nach dem Einschalten des Rechners, ist das Gerät wieder auszuschalten und die Netzsicherung zu überprüfen. Dazu ziehe man zuerst den Netzstecker. An der Geräterückseite befinden sich unterhalb des Netzschalters beide Netzsicherungen. Mit einem Schraubenzieher sind die Sicherungskappen abzuschrauben und (wenn notwendig) die G-Schmelzeinsätze T 1.25 A auszutauschen.

Wird der Grundzustand nach erneuter Inbetriebnahme immer noch nicht erreicht, so wenden Sie sich an den Kundendienst-Stützpunkt Ihres Territoriums.

EINSATZBEDINGUNGEN

Der Rechner robotron K 1003 kann im Dauerbetrieb genutzt werden. Dabei sind folgende Umgebungsbedingungen einzuhalten:

Umgebungstemperatur	+10 °C bis +35 °C
relat. Luftfeuchtigkeit	max. 80 % bei 30 °C

WEITERE TECHNISCHE DATEN

Abmessungen (B x H x T)	420 x 180 x 560 (mm)
Gewicht	18 kp
Lager- und Transportbedingungen	-40 °C bis +50 °C 80 % rel. Luftfeuchtigkeit

ZUBEHÖR

Für den Rechner robotron K 1003 wird folgendes Zubehör mitgeliefert:

Anzahl	Benennung
1	Bedien- und Programmierhandbuch
1	Geräteanschlußleitung D6/3-3000 TGL 200-3850
2	G-Schmelzeinsätze T.125 TGL 0-41571
1	Antistatiktuch
100	Programm-Formulare A4
50	Magnetkarten
3	Druckerpapier-Rolle
1	Magnetkartensatz zur Funktionsüberprüfung
1	Staubschutzhaube

ZUSATZ-ZUBEHÖR

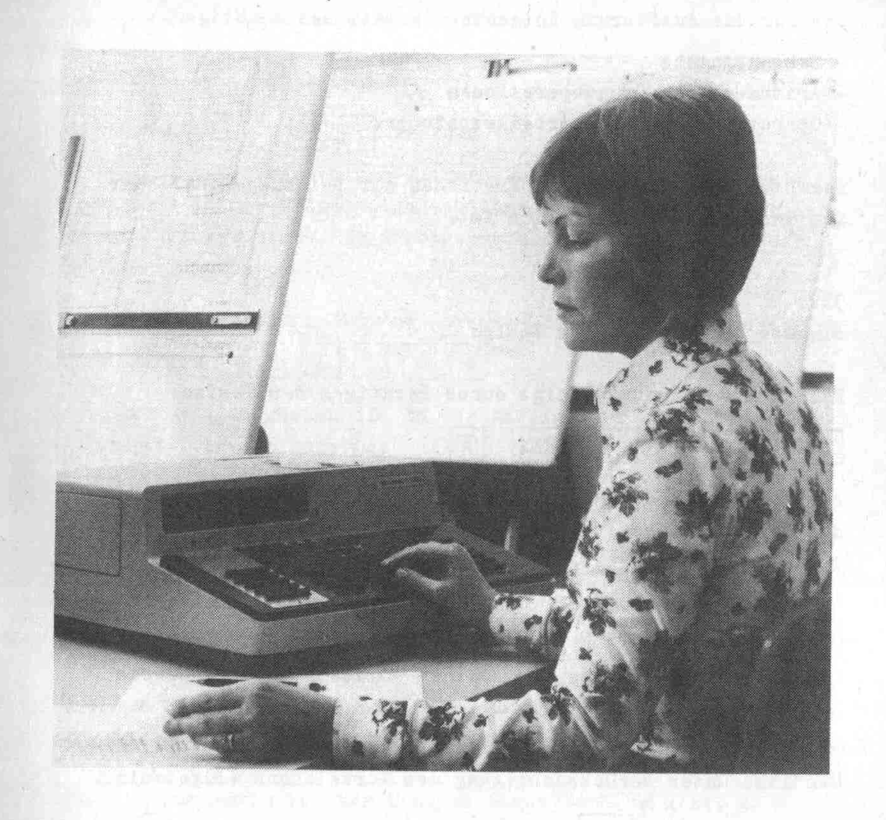
Als Zusatz-Zubehör können Sie zu Ihrem Gerät bestellen:

- Funktionsblock Statistik (Typ 012-6052)
- Schablone für Funktionsblock Statistik

WARTUNG DES RECHNERS

Die Konstruktion der Rechner ermöglicht einen wartungsfreien Betrieb.

Zur Säuberung des Gerätes und der Anzeige ist das mitgelieferte Antistatiktuch zu verwenden.



3.
Manuelles Rechnen

3.1.
Allgemeines

In diesem Abschnitt werden Ihnen Kenntnisse vermittelt, die Sie für die Ausführung folgender Operationen benötigen:

- Zahleneingabe
- Arithmetische Grundoperationen
- Operationen mit dem Arbeitsspeicher.

Beachten Sie, daß diese Operationen nur bei ausgeschalteter Zustandsanzeige BES möglich ist.

3.2.
Eingabe und Löschen von Zahlen

Eine Zahleneingabe erfolgt durch Betätigen der Tasten

[0] ... [9] [,] [+/-] [EEX] [π].

Jede eingegebene Zahl gelangt zunächst in das Register X des Kellerspeichers und wird linksbündig entsprechend der Tastenfolge angezeigt.

Die Eingabe einer negativen Zahl erfolgt durch Betätigen von [+/-] vor, während oder nach der Eintastung der Zahl..

Die Änderung des Vorzeichens eines angezeigten Ergebnisses ist mit [+/-] nicht möglich.

Bei der Eingabe von Zahlen mit Exponent wird zuerst die Mantisse unter Berücksichtigung des Vorzeichens eingetastet.

Daraufhin wird [EEX] betätigt und anschließend der Exponent eingegeben. Bei negativem Exponent ist vor, während oder nach der Exponenteneingabe [+/-] zu drücken.

Während GL den gesamten Kellerspeicher löscht, wird [LÖ] für die Löschung des Registers X (insbesondere zur Korrektur während des Eintastvorgangs) verwendet.

Jede Taste außer [0]....[9] [,] [+/-] [EEX] [LÖ] [LIST] [TEST] [PROGR EING] [DEA] [MKL] o. [MKS] beendet die Eingabe einer Zahl und löst anschließend die entsprechende Operation aus.

ZAHLENEINGABE OHNE EXPONENT

Die Tasten [0] ... [9] [,] werden für die Zahleneingabe verwendet. Dabei werden die Ziffern unter Berücksichtigung des Kommas in der Reihenfolge von links nach rechts in das Register X eingetastet. Die Anzeige erfolgt linksbündig in der Form der Eingabe.

Zur Eingabe der Zahl 125, 64 drücken Sie die Tasten in der Reihenfolge [1] [2] [5] [,] [6] [4]

Die Eintastungen können Sie in der Anzeige verfolgen. Am Ende erscheint folgende Anzeige:

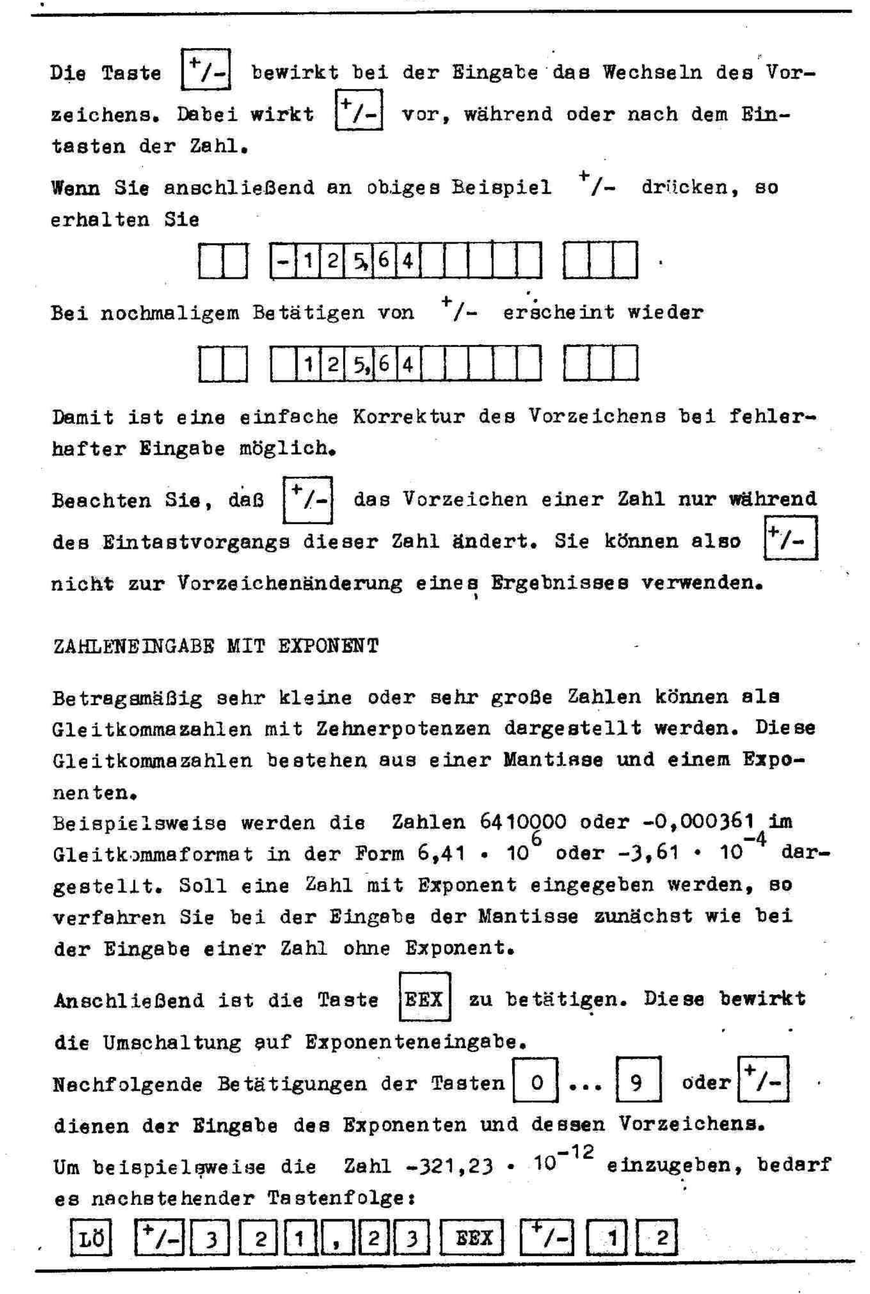
			1	2	5,	6	4								

Wollen Sie eine Zahl im Werte zwischen 0 und 1, z.B. 0, 305 eingeben, so ist es nicht erforderlich, die 0 vor dem Komma einzutasten. Die Eintastfolge ist einfach

[,] [3] [0] [5]

Beachten Sie, daß maximal 10 Stellen eingegeben werden können, alle weiteren werden nicht berücksichtigt.

Wird [,] mehrmals bei der Eingabe einer Zahl benutzt, so wirkt nur die letzte Eintastung.



Die Taste [+/-] bewirkt bei der Eingabe das Wechseln des Vorzeichens. Dabei wirkt [+/-] vor, während oder nach dem Eintasten der Zahl.

Wenn Sie anschließend an obiges Beispiel +/- drücken, so erhalten Sie

[ ][ ] [-][1][2][5,][6][4][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][ ][ ]

Bei nochmaligem Betätigen von +/- erscheint wieder

[ ][ ] [ ][1][2][5,][6][4][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][ ][ ]

Damit ist eine einfache Korrektur des Vorzeichens bei fehlerhafter Eingabe möglich.

Beachten Sie, daß [+/-] das Vorzeichen einer Zahl nur während des Eintastvorgangs dieser Zahl ändert. Sie können also [+/-] nicht zur Vorzeichenänderung eines Ergebnisses verwenden.

ZAHLENEINGABE MIT EXPONENT

Betragsmäßig sehr kleine oder sehr große Zahlen können als Gleitkommazahlen mit Zehnerpotenzen dargestellt werden. Diese Gleitkommazahlen bestehen aus einer Mantisse und einem Exponenten.

Beispielsweise werden die Zahlen 6410000 oder -0,000361 im Gleitkommaformat in der Form $6{,}41 \cdot 10^{6}$ oder $-3{,}61 \cdot 10^{-4}$ dargestellt. Soll eine Zahl mit Exponent eingegeben werden, so verfahren Sie bei der Eingabe der Mantisse zunächst wie bei der Eingabe einer Zahl ohne Exponent.

Anschließend ist die Taste [EEX] zu betätigen. Diese bewirkt die Umschaltung auf Exponenteneingabe.

Nachfolgende Betätigungen der Tasten [0] ... [9] oder [+/-] dienen der Eingabe des Exponenten und dessen Vorzeichens.

Um beispielsweise die Zahl $-321{,}23 \cdot 10^{-12}$ einzugeben, bedarf es nachstehender Tastenfolge:

[LÖ] [+/-] [3] [2] [1] [,] [2] [3] [EEX] [+/-] [1] [2]

Diesen Eintastvorgang können Sie an Hand der Anzeige

				-	3	2	1,	2	3						-	1	2

überprüfen.

Bei der Eingabe des Exponenten können Sie kontrollieren, daß jede Ziffer von rechts in das vorgesehene Exponentenfeld geschoben wird. Dabei geht die höchste Stelle des Exponenten verloren.

Auf diese Weise kann der Exponent leicht ohne Änderung der Mantisse korrigiert werden.

LÖSCHEN VON ZAHLEN

Zum Löschen von Zahlen sind die Tasten [LÖ] und [GL] vorgesehen. [LÖ] bewirkt die Löschung des Registers X. Neben der Löschung von Ergebnissen dient diese Taste hauptsächlich zur Korrektur während des Eingabevorganges.

Wenn Sie beim Eingeben einer Zahl versehentlich falsche Ziffern eingetastet haben, so wird durch [LÖ] stets die gesamte Zahl, also jede Mantissen- und Exponentenstelle gelöscht. Dann können Sie die Zahl neu eingeben.

Beispiel:

Sie haben bei der Eingabe der Zahl 124, 35 versehentlich an Stelle der 4 eine 6 eingetastet, so können Sie diesen Fehler durch die Tastenfolge [LÖ] [1] [2] [4] [,] [3] [5] korrigieren.

Erreichen Sie durch [LÖ] keine Löschung der Anzeige, dann liegt eine noch nicht abgeschlossene Datenregisteradressierung vor (vgl. Pkt. 3.6.).

In diesem Falle drücken Sie [LÖ] nochmals.

Wird die Taste [GL] betätigt, so erfolgt die Löschung des gesamten Kellerspeichers, also der Register X, Y und Z.

BEENDIGUNG EINER ZAHLENEINGABE

Für die Beendigung einer Zahleneingabe wird vorzugsweise die Taste [↑] verwendet.

Verfolgen Sie diesen Vorgang am nächsten Beispiel:

Tastenfolge:	Anzeige:
[LÖ] [1] [0] [1] [,]	
[2] [5]	[ ][ ] [1][0][1,][2][5][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][ ][ ]
[↑]	[ ][ ] [1,][0][1][2][5][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][0][2]

Beachten Sie, daß nach Betätigen von [↑] eine Gleitkommazahl angezeigt wird. Diese Anzeigedarstellung wird unmittelbar durch die Netzzuschaltung oder durch eine Tastenfolge (vgl. Pkt. 3.3.) eingestellt.

Außer der Taste [↑] beendet auch eine andere Operationstaste mit Ausnahme von [0] .... [9] [,] [+/-] [EEX] [LÖ] [LIST] [TEST] [PROGRING] [DEA] [MKL] o. [MKS] die Zahleneingabe und löst die der Taste entsprechende Funktion aus.

Eine Sonderform stellt die Zahleneingabe durch die Taste [π] dar. In diesem Falle wird die 12-stellige Zahl π in das Register X eingegeben, wobei die ersten 10 Stellen gerundet angezeigt werden.

Gleichzeitig erfolgt die Beendigung der Eingabe für diese Zahl. Es ist grundsätzlich möglich, jede Zahl einzutasten, welche die Kapazität der Eingabeanzeige nicht überschreitet, also auch die Zahl $99{,}9999999 \cdot 10^{99}$.

Es erscheint in diesem Falle zunächst die Anzeige

[ ][ ] [9][9,][9][9][9][9][9][9][9][9] [ ][9][9]

Wird zum Abschluß der Eingabe [4] betätigt, so erfolgt die Umrechnung dieser eingetasteten Zahl in eine Gleitkommazahl. Da diese Zahl jedoch den gültigen Zahlenbereich überschreitet, ist aus der Anzeige [ ][ ] [0][0][0][0] [0][0][0] [F][3] [ ][ ][ ]

ein aufgetretener Fehler erkennbar. Die Art des Fehlers, die Bedeutung der angezeigten Information und die Fehlerbeseitigung werden im Abschnitt 8 beschrieben.

Betätigen Sie in diesem Falle [PROGR EING] und [LÖ]

3.3.
Zahlenanzeige

- Bei der Eingabe von Zahlen werden die Ziffern linksbündig in der entsprechenden Reihenfolge angezeigt.
- Das Anzeigeformat eingegebener oder errechneter Zahlen ist durch den Bediener einstellbar (Ergebnisanzeige).
- Bei der Ergebnisanzeige wird Festkomma- und Gleitkommaformat unterschieden.
- Nach der Netzzuschaltung ist automatisch Gleitkommaformat eingeschaltet. Dieses Anzeigeformat ist bis zur nachfolgenden Umschaltung auf Festkommaformat gültig.
- Bei Gleitkommaformat wird eine Zahl durch eine Mantisse und einen Exponenten dargestellt.

  Das Gleitkommaformat wird vorzugsweise durch die Tastenfolge [KOMMA] [,] eingestellt. Darüber hinaus können anstelle der Taste [,] alle Operationstasten, außer [0] ..... [9] [+/-] [EEX] [LIST] [TEST] [PROGR EING] [DEA] [MKL] oder [MKS] verwendet werden.
- Festkommaformat wird eingestellt durch die Tastenfolge [KOMMA] [n]. Für n ist eine der Ziffertasten [0] .... [9] zu betätigen. Diese Ziffer gibt die gewünschte Anzahl der anzuzeigenden Nachkommastellen an.

Unabhängig vom gewählten Anzeigeformat arbeitet der Rechner intern stets mit 12stelligen Gleitkommazahlen.

Alle angezeigten Zahlen sind in der niedrigsten Stelle gerundet. Das beeinträchtigt die interne Genauigkeit nicht.

Die Probleme der Anzeigedarstellung bei den Zahleneingaben wurden bereits im Pkt. 3.2. behandelt.

GLEITKOMMAFORMAT

Das Anzeigeformat nach der Netzzuschaltung ist stets Gleitkomma. Wenn Sie jedoch bisher mit Festkommaformat gearbeitet haben, können Sie mit der Tastenfolge [KOMMA] [,] auf Gleitkommaformat umschalten. Diese Umschaltung erreichen Sie ebenfalls durch Betätigen einer Operationstaste nach KOMMA mit Ausnahme [0] ..... [9] [.] [+/-] [EEX] [LIST] [TEST] [PROGR EINS] [DEA] [MKL] oder [MKS]

Nach der Umschaltung wird eine Gleitkommazahl, bestehend aus Mantisse und Exponent, angezeigt.

Die Anzeige einer Zahl im Gleitkommaformat entspricht der rechnerinternen Zahlendarstellung, mit dem Unterschied, daß nur ein 10stelliger gerundeter Wert der im Rechner gespeicherten 12stelligen Gleitkommazahl angezeigt wird.

Grundlage für weitere Berechnungen ist nicht der angezeigte, sondern der im Rechner abgespeicherte Wert.

Damit Sie den Vorgang der Umwandlung in eine Gleitkommazahl in der Anzeige verfolgen können, betätigen Sie erst einmal die Tasten [GL] [KOMMA] und anschließend [,].

In der Anzeige erscheint:

			0,										0	0

Danach tasten Sie nacheinander folgende Zahlen ein.

Tastenfolge:	Anzeige:	
125,26 [↑]	1,2526	02
[+/-] 12345,67 [EEX] [+/-] 68 [↑]	-1,234567	-64
0,0000350 [↑]	3,5	-05

Im Gleitkommaformat werden grundsätzlich keine Nachnullen angezeigt.

Beachten Sie noch folgenden Hinweis: Nach [KOMMA] wird die Zustandsanzeige [KOMPL] eingeschaltet. Diese Zustandsanzeige wird gewöhnlich nach Beendigung des Einstellvorganges für das Anzeigeformat wieder ausgeschaltet.

FESTKOMMAFORMAT

Sie können sich jede im Register X befindliche Zahl als Festkommazahl anzeigen lassen. Darüber hinaus können Sie noch die Anzahl der gewünschten Nachkommastellen bestimmen.

Das Festkommaformat wird durch die Tastenfolge [KOMMA] [n] eingestellt. Für n betätigen Sie eine Zifferntaste entsprechend der Anzahl der von Ihnen gewünschten Nachkommastellen.

Beachten Sie am Beispiel, wie sich die Anzeige bei unterschiedlichen Festkommaformaten verändert.

Tastenfolge:	Anzeige:
LÖ 1 2 3 , 4 6 7 8	123,4678
KOMMA 0	123
KOMMA 3	123,468
KOMMA 5	123,46780
KOMMA 9	1,234678 02

Beachten Sie, daß nach KOMMA 9 automatisch auf Gleitkommaformat umgeschaltet wurde, weil die Zahl für eine Anzeige im Festkommaformat mit 9 Nachkommastellen zu groß ist.

Das gültige Anzeigeformat für weitere Zahlenanzeigen ist jedoch weiterhin Festkomma mit 9 Nachkommastellen.

Ist eine Zahl zu klein für eine Anzeige im Festkommaformat, wird ebenfalls auf Gleitkommaformat umgeschaltet.

Diese automatische Umschaltung auf Gleitkommadarstellung erfolgt jedoch nicht, wenn die Festkommaanzeige mit n Nachkommastellen gewählt wurde und im Register X eine Zahl x mit $10^{-n} - 1 \leq |X| < 10^{-n}$ steht.

3.4.
Kellerspeicher

- Der Kellerspeicher besteht aus den Registern X, Y und Z. Der Inhalt des Registers X wird angezeigt.
- Der gesamte Kellerspeicher wird durch GL gelöscht. LÖ löscht nur das Register X.
- Jede eingegebene Zahl gelangt zunächst in das Register X.

- Durch [↑] wird die im Register X stehende Zahl nach Register Y transportiert. Dabei wird gleichzeitig der alte y-Wert nach Register Z verschoben Der alte z-Wert geht verloren.

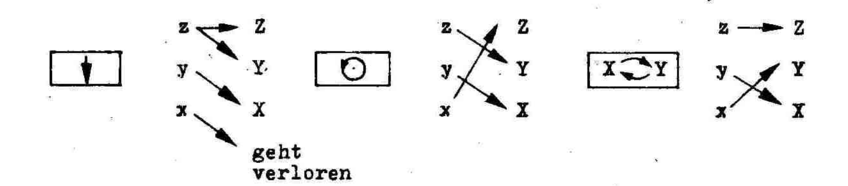
- Eine Zahleneingabe nach [↑] bewirkt die automatische Löschung des Registers X und die Eingabe der Zahl nach Register X. Die Register Y und Z werden durch die Zahleneingabe nicht verändert.

- Das Ergebnis einer arithmetischen Operation wird nach Register X transportiert. Der z-Wert steht danach im Register Z und im Register Y. Die alten x- und y-Werte gehen verloren.

- Bei jeder Zahleneingabe unmittelbar nach einer Operation außer
  [0] ... [9] [,] [+/-] [EXP] [↑] [LÖ]
  findet automatisch eine Verschiebung der Werte der Register Y nach Z und X nach Y statt. Die neue Zahl wird im Register X abgespeichert. Der alte z-Wert geht verloren.

- Das Register X ist ein universelles Eingabe-, Ergebnis- und Anzeigeregister.

- Außer [↑] werden noch die Taste [↓] [⟲] und [X⇄Y] für das Umspeichern des Kellerspeichers verwendet.



Den Aufbau des Kellerspeichers kann man sich so vorstellen, daß die drei Register X, Y und Z übereinander in Form eines Stapels angeordnet sind, wobei Register X das unterste ist. Wie bereits wiederholt beschrieben, gelangt jede eingegebene Zahl zunächst in das Register X und wird sofort angezeigt.

Die Taste [↑] bewirkt die zusätzliche Speicherung des Wertes von Register X im Register Y. Vorher wird der Wert von Register Y nach Register Z transportiert. Der alte Wert von Register Z geht verloren.

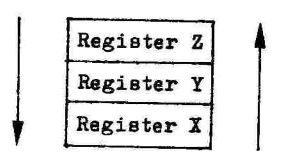
Anschließend können Sie erneut eine Zahl eingeben, womit in den Registern X und Y die Operanden für eine arithmetische Operation bereitgestellt sind.

Die Auslösung einer arithmetischen Operation führt zur Anzeige des Ergebnisses im Register X.

Der Wert des Registers Z steht nach der Operation zuästzlich noch im Register Y (vgl. Pkt. 3.5.).

Wird nach dieser Operation wieder eine Zahl eingegeben, so bewirkt die erste Tastenbetätigung einen automatischen Transport des Wertes von Register Y nach Register Z und des Wertes von Register X nach Register Y. Der alte Wert von Register Z geht verloren. Die entsprechende Ziffer wird als erste Ziffer einer Zahl im Register X abgespeichert. Für diese Operation ist also [↑] nicht erforderlich.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß im Kellerspeicher bei der Ausführung von Einspeicherfunktionen eine Verschiebung der Registerinhalte im Stapel nach oben und bei der Ausführung z.B. arithmetischer Operationen eine Verschiebung der Registerinhalte nach unten stattfindet.



arithm. Operationen Einspeichern

Das Register X ist damit ein universelles Eingabe-, Anzeige- und Ergebnisregister.

Um diese automatischen Vorgänge im Kellerspeicher an Hand der Anzeige kontrollieren zu können, sollten Sie sich erst einmal mit der Funktion der Tasten [X⇄Y] [⟲] und [↓] vertraut machen.

Die Taste [X⇄Y] bewirkt das Vertauschen der Inhalte der Register X und Y ohne Beeinflussung von Register Z.

Mit der Taste [⟲] wird eine zyklische Vertauschung so durchgeführt, daß der Wert des Registers Y nach Register X, der Wert des Registers Z nach Register Y und der des Registers X nach Z transportiert wird.

Es gehen keine Zahlen verloren.

Durch Betätigen der Taste [↓] wird der Wert von Register Y nach Register X transportiert. Der alte Wert von Register X geht verloren. In den Registern Y und Z steht nach der Operation der alte Wert des Registers Z.

An folgendem Beispiel soll die Wirkung dieser drei Tasten veranschaulicht werden. Sie geben nacheinander die Zahlen 333, 222 und 111 ein. Dabei beachten Sie, daß nur zur Eingabe der

ersten beiden Zahlen [↑] zu betätigen ist.

Nach der Eingabe enthält der Kellerspeicher:

Z	333
Y	222
X	111

Angezeigt wird der Wert 111.

Durch nachstehende Tastenbetätigungen ändert sich der Kellerspeicher wie folgt:

Tasten:		Kellerspeicher:
	Z	333
[X↔Y]	Y	111
	X	222
	Z	333
[↓]	Y	333
	X	111
	Z	111
[⟳]	Y	333
	X	333

Nachdem die Funktion von [↓] [X↔Y] und [⟳] bekannt ist, wollen wir uns noch einmal den automatischen Umspeichervorgängen im Kellerspeicher, speziell im Rahmen der Zahleneingabe, zuwenden. Die Kenntnis dieser Vorgänge ist für die Arbeit mit dem Rechner besonders wichtig.

Zur Vereinfachung der Bedienung und zur Einsparung von Befehlen beim PROGRAMMIERTEN RECHNEN werden durch die Eingabe einer Zahl in Abhängigkeit von der vorausgehenden Taste verschiedene Funktionen mit den Kellerregistern automatisch ausgeführt.

Die automatischen Funktionen werden jeweils durch die erste Taste [0] ... [9] [,] [+/-] oder [EEX] ausgelöst.

Folgende drei Fälle sind zu unterscheiden:

ZAHLENEINGABE NACH [↑]

Durch [↑] wird eine Eingabe nach Register Y vollzogen. Der Wert im Register X bleibt zunächst erhalten. Die erste Taste einer nachfolgenden Zahleneingabe löscht automatisch das Register X. Danach wird die entsprechende Ziffer in das Register X eingespeichert. [LÖ] muß also nicht betätigt werden.

Im folgenden Beispiel soll die Zahl 2,7 nach Register Y und die Zahl - 17 nach Register X eingegeben werden. Es soll im Festkommaformat mit drei Nachkommastellen gearbeitet werden. Dazu sind folgende Bedienvorgänge erforderlich:

Tastenfolge:		Kellerspeicher:	Anzeige:
[GL] [KOMMA] [3]	Z	0	0,000
	Y	0	
	X	0	
[2] [,] [7] [↑]	Z	0	2,700
	Y	2,7	
	X	2,7	
[+/-] [1] [7]	Z	0	-17
	Y	2,7	
	X	-17	

Beachten Sie bei der Eintastung der Zahl - 17, daß durch die Löschung der Anzeige und anschließend die Vertauschung des Vorzeichens [+/-] erfolgt.

ZAHLENEINGABE NACH EINER OPERATION

(außer [0] ... [9] [,] [+/-] [EEX] [↑] [LÖ])

Nach einer Operation enthält das Register X, das Ergebnis. Vergleichen Sie dazu den Pkt. 3.5.

Soll das Ergebnis mit einer weiteren Zahl verrechnet werden, dann tasten Sie die neue Zahl ein. Mit der ersten Tastenbetätigung verschieben sich die Inhalte der Register Y nach Z und X nach Y. Das Register X wird gelöscht, und die neue Zahl wird ohne zusätzliche Betätigung von [LÖ] und [↑] in das Register X eingespeichert.

Betätigen Sie beispielsweise die Tasten [KOMMA] [1] [5] [↑] [4] [+], so erhalten Sie, nachdem der Rechner die Addition 5 + 4 = 9 ausgeführt hat, folgende Anzeige:

[ ][ ] [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][9,][0] [ ][ ][ ]

Dieser Wert soll z.B. nachfolgend mit 17 multipliziert werden. Beachten Sie, daß durch Eintasten der Ziffer 1 die Anzeige gelöscht und dann die Ziffer angezeigt wird. Nach Eintasten der Zahl 17 können Sie die Verschiebung der Zahl 9 in das Register Y mit Hilfe der Tasten [↓] [X⇄Y] oder [↻] kontrollieren.

ZAHLENEINGABE NACH [LÖ]

Nach [LÖ] findet eine Zahleneingabe in das gelöschte Register X statt, ohne daß zusätzliche automatische Vorgänge ablaufen. Dadurch wird die Korrektur im Rahmen der Eingabe ermöglicht.

3.5. Einfache mathematische Funktionen

- Zur Ausführung der Grundrechenarten mit zwei Zahlen wird zunächst die erste Zahl eingegeben und mit [↑] im Register Y abgespeichert. Dann wird die zweite Zahl eingegeben und die entsprechende operationsauslösende Taste [+] [-] [•] oder [:] gedrückt. Das Ergebnis entsteht im Register X und wird angezeigt.
- Bei Kettenrechnungen mit den Grundrechenarten wird nur die Eingabe der ersten Zahl mit [↑] abgeschlossen. Nach Abschluß einer Operation kann sofort die nächste Zahl eingegeben werden.
- Die Arbeitsweise des Rechners bei der Ausführung der Grundrechenarten ist folgende:
  - Die zuletzt eingegebene Zahl wird zu der Zahl im Register Y addiert,
    Register Y + Register X = Register X
  - Die zuletzt eingegebene Zahl wird von der Zahl im Register Y subtrahiert,
    Register Y - Register X = Register X
  - Die zuletzt eingegebene Zahl wird mit der Zahl im Register Y multipliziert,
    Register Y • Register X = Register X
  - Die Zahl im Register Y wird durch die zuletzt eingegebene Zahl dividiert,
    Register Y : Register X = Register X
- Durch die Ausführung der vier Grundrechenarten wird der Wert des Registers Z nicht verändert. Das Register Y enthält nach der Operation den Wert des Registers Z.

- Die Tasten [1/x] [x^2] oder [$\sqrt{x}$] lösen die Berechnung des Kehrwertes, des Quadrates oder der Quadratwurzel des im Register X stehenden Wertes aus. Das Ergebnis wird angezeigt. Die Werte der Register Y und Z werden durch diese Operation nicht verändert.

Nachdem Sie mit der Problematik der Zahleneingabe und des Kellerspeichers vertraut sind, können Sie ohne Schwierigkeiten einfache mathematische Funktionen, wie die vier Grundrechenarten, den Kehrwert, das Quadrat sowie Quadratwurzel berechnen.

ARITHMETISCHE GRUNDOPERATIONEN [+] [-] [•] [:]

Bei diesen Operationen müssen Sie beachten, daß Sie die einzelnen Operanden in der für die Berechnung notwendigen Reihenfolge eingeben.

Bei einer ADDITION (a + b) geben Sie zunächst die Operanden a und b ein. Anschließend betätigen Sie die Taste [+].

Bei der SUBTRAKTION (a - b) geben Sie ersten den Operanden a und dann den Operanden b ein. Anschließend betätigen Sie die Taste [-].

Bei einer MULTIPLIKATION (a • b) geben Sie die Operanden a und b ein. Anschließend betätigen Sie die Taste [•].

Bei einer DIVISION (a : b) geben Sie erst den Operanden a und dann den Operanden b ein. Anschließend betätigen Sie die Taste [:].

Nach einer der obenstehenden Rechenoperationen enthält der Kellerspeicher folgende Werte:

- das Ergebnis steht im Register X und wird angezeigt,
- die Register Y und Z enthalten den alten Wert des Registers Z.

Zur Erläuterung folgen einige Beispiele:

Stellen Sie durch [KOMMA] [2] das Anzeigeformat ein.

Beispiel 1: Subtraktion 27,13 - 13,97 =

Tastenfolge:	Anzeige:
27,13 [↑] 13,97 [-]	13,16

Beispiel 2: Multiplikation - 35 · 20 =

Tastenfolge:	Anzeige:
[+/-] 35 [↑] 20 [·]	- 700,00

Bei einer Überprüfung des Kellerspeichers mit Hilfe der Taste können Sie feststellen, daß beide Operanden durch die Ausführung der Operation verloren gehen.

Wollen Sie mit einem der beiden Operanden weiterrechnen, muß dieser Operand im Register Z zwischengespeichert werden.

Das Beispiel 3 zeigt die Verwendung der automatischen Registertransporte im Kellerspeicher, wenn eine fortlaufende Zahlenreihe mit π multipliziert wird.

Tastenfolge:	Kellerspeicher:	Anzeige:
[π] [π]	Z 0 Y 3,14 X 3,14	3,14
2	Z 3,14 Y 3,14 X 2	2
[·]	Z 3,14 Y 3,14 X 6,28	6,28

[↑]	10	[.]	Z	3,14	[ ][ ]	[ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][3][1,][4][2]	[ ][.][ ]
			Y	3,14			
			X	31,42			

An diesem Beispiel erkennen Sie auch, daß die Taste [↑] für die Eingabe der Zahl π nicht erforderlich ist.

Beispiel 4: [(a + b) x (c - d)] : f = g

Dieses etwas kompliziertere Beispiel zeigt die Wirksamkeit des Kellerspeichers. Die Buchstaben a, b, c, d und f stehen für beliebige Eingabewerte. Zur Vereinfachung der Darstellung wird (a + b) x (c - d) = e gesetzt.

Z	0	0	0	0	0	a+b	a+b	a+b	a+b	a+b	a+b
Y	0	a	a	0	a+b	c	c	a+b	a+b	e	a+b
X	a	a	b	a+b	c	c	d	c-d	e	f	e:f
Tastenfolge	a	[↑]	b	[+]	c	[↑]	d	[-]	[•]	f	[:]

Sie erkennen, daß das Register X durch die Eingabe von b und d automatisch gelöscht wird und die Kellerregister bei der Eingabe von c und f automatisch verschoben werden. So kann der neue Wert nach Register X gelangen.

Führen Sie zur Übung das Beispiel mit Zahlenwerten durch.

KEHRWERT, QUADRATWURZEL, QUADRAT [1/x] [√x] [x^2]

Der Kehrwert, die Quadratwurzel oder das Quadrat einer Zahl im Register X werden durch Betätigen der Tasten [1/x] [√x] oder [x^2] sofort errechnet und angezeigt.

Die Register Y und Z werden nicht verändert.

Als Beispiel ist der Ausdruck $\sqrt{\frac{1}{r^2}}$ = c berechnet.

An der Tastenfolge erkennen Sie deutlich die einfache Bedienung des Rechners. Durch [KOMMA] [2] stellen Sie das Anzeigeformat ein. Für r gilt im Beispiel der Wert 2.

Z	0	0	0	0	0	0
Y	0	3,14	3,14	0	0	0
X	3,14	2	4	12,57	0,08	0,28
Tastenfolge	[π]	2	[x^2]	[·]	[1/x]	[$\sqrt{x}$]

Nach dieser Tastenfolge erscheint die Anzeige

0,28

Dieser Wert ist auf zwei Stellen nach dem Komma gerundet. Ist eine größere Genauigkeit erforderlich, so kann das Ergebnis durch [KOMMA] [,] auf Gleitkommaformat umgeschaltet werden.

Danach ergibt sich: 2,820947918 -01

Für das nachfolgende Beispiel wird durch [KOMMA] [2] wieder Festkommaformat eingestellt. Verfolgen Sie bei der Berechnung des Ausdruckes $1 + 2 \cdot 3 \cdot \left(\frac{10}{\sqrt{3^2+4^2}}\right)$ die Veränderung des Kellerspeichers.

Z	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Y	0	10	10	10	9	9	10	10	10	2	10	6	10	12	10
X	10	10	3	9	4	16	25	5	2	3	6	2	12	1	13
Tastenfolge	10	[↑]	3	[x^2]	4	[x^2]	[+]	[$\sqrt{x}$]	[:]	3	[·]	2	[·]	1	[+]

Das Ergebnis kann an der Anzeige

									1	3,	0	0					

überprüft werden.

Wird an Stelle von [+] bei der Berechnung von $\sqrt{3^2 + 4^2}$ [-] eingetastet, so erscheint nach Betätigung von x die Fehleranzeige:

		0	0	0	0	0	0	0		F	3				

Die Behandlung dieses angezeigten Fehlers wird im Abschnitt 8 beschrieben.

In diesem Beispiel entstand der Fehler, weil versucht wurde, die Quadratwurzel einer negativen Zahl zu berechnen. Das ist für den Rechner eine unerlaubte Operation.

Weitere Fehlerursachen bei der Berechnung der in diesem Abschnitt genannten mathematischen Funktionen sind die Überschreibung des zulässigen Zahlenbereiches und eine Division durch Null (vgl. auch Abschnitt 8).

Die Fehleranzeige wird durch [PROGR EING] und [GL] beseitigt.

3.6.
Datenspeicher

- Der Datenspeicher wird für die Speicherung von Konstanten und Ergebnissen verwendet.
- Nach dem Einschalten des Rechners stehen 7 Datenregister mit den Adressen 000 bis 006 in gelöschtem Zustand zur Verfügung.
- In jedem Datenregister kann eine Gleitkommazahl abgespeichert werden.
- Ein Datenregister belegt 8 Speicherplätze des Arbeitsspeichers.

- Mit der Tastenfolge [D/P] [n] kann die Anzahl n der verfügbaren Datenregister geändert werden. Durch [D/P] wird die Zustandsanzeige KOMPL eingeschaltet. Durch Eingabe von n wird diese Anzeige wieder ausgeschaltet. Maximal können 242 Datenregister mit den Adressen 000 bis 241 bereitgestellt werden.
- Alle Tastenfolgen für Operationen zwischen Register X und einem Datenregister werden durch [x→R] oder [R→x] eingeleitet und mit der Adresse n des Datenregisters beendet.
- Die Adresse n besteht aus maximal drei Stellen.
- Zur Kontrolle der Vollständigkeit dieser Tastenfolgen wird durch [x→R] bzw. [R→x] die Zustandsanzeige KOMPL eingeschaltet und nach Beendigung der Adresseneingabe ausgeschaltet.
- Zusätzlich besteht die Möglichkeit, [IND] [+] [-] [·] und [:] in die Tastenfolge einzufügen. Insgesamt ergeben sich dadurch folgende Operationen mit Registern:

- Speichern und Abrufen

[x→R] [n] Register X → Datenregister n

[R→x] [n] Datenregister n → Register X

- Registerarithmetik

[x→R] {+ - · :} [n]

Datenregister n {+ - · :} Register X → Datenregister n

[R→x] {+ - · :} [n]

Register X {+ - · :} Datenregister n → Register X

- Indirektes Speicher und Abrufen

[x→R] [IND] [n] Register X→ Datenregister m

[R→x] [IND] [n] Datenregister m→ Register X

Die Adresse m ist der ganzzahlige Wert im Datenregister n.

- Indirekte Registerarithmetik

[x R] {+ − • :} [IND] [n]

Datenregister m {+ − • :} Register X→ Datenregister m

R x {+ − • :} [IND] n

Register X {+ − • :} Datenregister m→ Register X

Die Adresse m ist der ganzzahlige Wert im Datenregister n.

- Durch alle mit [x→R] beginnenden Operationen wird der Inhalt des Kellerspeichers nicht verändert.

- Durch alle mit [R→x] beginnenden Operationen werden die Werte der Register Y nach Z und X nach Y transportiert. Der alte Wert im Register Z geht verloren. Anschließend wird das Ergebnis im Register X angezeigt.

VERFÜGBARE DATENREGISTER

Zur Speicherung von Konstanten und Zwischenergebnissen stehen dem Nutzer des Rechners nach der Netzzuschaltung 7 Datenregister mit den Adressen 000 bis 006 zur Verfügung. Jedes Datenregister speichert eine Gleitkommazahl mit einer 12stelligen Mantisse, einem 2stelligen Exponenten und jeweils einem Vorzeichen für Mantisse und Exponent. Damit werden für jedes Datenregister 8 Speicherplätze des Arbeitsspeichers belegt.

Je nach Anwendungsgebiet besteht die Möglichkeit, die Anzahl der verfügbaren Datenregister zu verringern oder unter Beachtung der Kapazität des Arbeitsspeichers zu erhöhen. Dabei wird im ersten Fall der Programmspeicherbereich vergrößert und im zweiten verkleinert. Für diese Veränderung ist die Tastenfolge

[D/P] [n] vorgesehen.

Die Betätigung von [D/P] bewirkt zunächst die Einschaltung der Zustandsanzeige KOMPL . Dadurch wird der Bediener darauf hingewiesen, daß zur ordnungsgemäßen Ausführung der von [D/P] eingeleiteten Operation eine weitere Information, die Anzahl n der gewünschten verfügbaren Datenregister, erforderlich ist. Nach Beendigung der Eingabe von n wird die Zustandsanzeige KOMPL wieder ausgeschaltet.

Die Eingabe von n ist beendet, wenn nach [D/P] drei Ziffern eingegeben worden sind oder eine Taste außer

[0] ..... [9] [LIST] [TEST] [PROGR] [DEA] [MKL] oder [MKS]

betätigt wurde.
Benötigen Sie für Ihre Berechnungen mehr als 7 Datenregister, beispielsweise 15, so finden Sie nach der Ausführung der Tastenfolgen [D/P] 015 die gewünschte Anzahl verfügbarer Datenregister vor.

Diese Datenregister haben die Adressen 000 bis 014. Beachten Sie noch folgenden Hinweis zur Einteilung des Arbeitsspeichers Ihres Rechners. Die maximale Anzahl mit [D/P] bereitstellbarer Datenregister beträgt 242. Sie können also nur mit den Adressen 000 bis 241 arbeiten.

SPEICHER UND ABRUFEN VON ZAHLEN

Für das Speichern (Transport vom Register X zum Datenregister) und Abrufen (Transport vom Datenregister zum Register X) von Zahlen sind die Tasten [x→R] bzw. [R→x] vorgesehen.

Nach der Betätigung von [x→R] bzw. [R→x] leuchtet, wie bei allen anderen Tasten, die zur Ausführung der Operation weitere Informationen benötigen, die Zustandsanzeige KOMPL auf. Sie zeigt an, daß die Adresse des Datenregisters noch eingegeben werden muß.

Zur Adresseneingabe gibt es zwei Möglichkeiten:

- Die vollständige Form erfordert die Eingabe von 3 Ziffern. Nach dem Eintasten der dritten Ziffer wird die Zustandsanzeige KOMPL ausgeschaltet. Die Speicherung bzw. der Abruf einer Zahl wird ausgeführt.

- Die verkürzte Form gestattet, die Vornullen der Adresse wegzulassen und mit weniger als 3 Ziffern für die Adressierung auszukommen. Das ist für das programmierte Rechnen von besonderer Bedeutung, da sich auf diese Weise Befehle einsparen lassen. Diese Methode kann aber auch im manuellen Betrieb zur Einsparung von Bedienschritten angewendet werden.

  Zum Adressenabschluß ist jede nachfolgende Taste, außer

  [LIST] [TEST] [PROGR ÄNE] [LÖ] [DEA] [MKL] oder [MKS]

  geeignet.
  Gleichzeitig löscht diese Taste die Zustandsanzeige KOMPL, löst den entsprechenden Transport von oder nach dem Datenregister aus und führt anschließend auch noch die für diese Taste spezifische Funktion aus.

Folgende Beispiele sollen das Speichern und Abrufen von Zahlen verdeutlichen. Zur Einschaltung des Gleitkommaformats und zur Erweiterung der Datenspeicherkapazität auf 12 Datenregister betätigen Sie [KOMMA] [D/P] 12 [↑].

Beispiel 1:

Speichern der Zahl 45 im Datenregister 011

Tastenfolge: Anzeige:

45 [x→R] 011 [ ][ ] [ ][4,5][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][0][1]

Die Ausführung des Speichervorganges können Sie überprüfen, indem Sie mit [LÖ] die Anzeige löschen und anschließend durch die Tastenfolge [R→x] 011 den Inhalt des Datenregisters 011 wieder zurückholen.

Eine andere Möglichkeit, die Zahl 45 im Datenregister 011 abzuspeichern, bietet die verkürzte Form der Adressendarstellung:

Tastenfolge: Anzeige:

45 [x→R] 11 [π] [ ][ ] [ ][3,][1][4][1][5][9][2][6][5][3] [ ][0][0]

In diesem Fall wird die Adresse des Datenregisters nur zweistellig eingegeben. Durch [π] wird der Adressenabschluß hergestellt. Anschließend wird die Zahl 45 ins Datenregister 011, der Wert von Register Y nach Register Z, der Wert von Register X (Zahl 45) nach Register Y und die Zahl π nach Register X transportiert. Die Zahl π wird angezeigt und steht zur weiteren Verrechnung bereit.

Beispiel 2:

Abrufen der im Datenregister 011 gespeicherten Zahl 45 und anschließende Addition mit der bereits im Register X stehenden Zahl π

Tastenfolge: Anzeige :

[R→x] 011 [+] [ ][ ] [ ][4,][8][1][4][1][5][9][2][6][5] [ ][0][1]

Durch diese Tastenfolge wird nach Eingabe der 011 die Zustandsanzeige KOMPL ausgeschaltet, der Transport des Wertes vom Datenregister 011 nach Register X ausgeführt, nachdem vorher der Wert des Registers Y nach Register Z und der Wert des Registers X nach Register Y umgespeichert wurde.

Anschließend wird die Addition der Register X und Y ausgeführt und das Ergebnis angezeigt.

Beispiel 3:

Der angezeigte Wert soll im Datenregister 015 abgespeichert werden.

Tastenfolge:		Anzeige:
[x→R]	015	[ ][ ] [0][0][0][0] [0][0][0] [F][1].[ ][ ][ ]

Der Anzeige ist zu entnehmen, daß ein Fehler ausgetreten ist. F1 bedeutet, daß ein nichtverfügbares Datenregister adressiert wurde. Betätigen Sie anschließend [PROGR EING] und [GL] (vgl. Abschnitt 8).

HINWEIS:

Einen Ausnahmefall stellt die Adressierung des Datenregisters 000 in der verkürzten Form dar. Hier ist zu beachten, daß die Tasten [+][-][•][:] oder [IND] nicht zum Adressenabschluß verwendbar sind.

Diese Tasten, unmittelbar nach [x→R] oder [R→x] betätigt, lösen Sonderfunktionen, wie indirekte Adressierung und Registerarithmetik, aus, die nachfolgend beschrieben werden.

REGISTERARITHMETIK

Der Rechner ermöglicht die sofortige Ausführung von arithmetischen Operationen zwischen dem Register X und den Datenregistern. Diese Operationen werden eingeleitet durch

[x→R] oder [R→x] , wodurch auch die Zustandsanzeige KOMPL eingeschaltet wird. Danach ist [+] [-] [•] oder [:] zu betätigen. Die Adresse des Datenregisters vervollständigt die erforderliche Tastenfolge. Nach Abschluß der Adresse wird die Zustandsanzeige KOMPL automatisch ausgeschaltet.

Soll das Ergebnis der arithmetischen Operation im Datenregister stehen, so ist

[x→R] {+ - • :} [n]

zu drücken.

Die Operation bewirkt:

Wert des Datenregisters n {+ - • :} Wert des Registers X ergibt den neuen Wert des Datenregisters n.

Der Inhalt des Kellerspeichers wird durch diese Operationen nicht verändert.

Soll das Ergebnis der arithmetischen Operation im Register X stehen, so ist folgende Tastenfolge zu wählen:

[R→x] {+ - • :} [n]

Die Operation bewirkt:

Wert des Registers X {+ - • :} Wert des Datenregisters n ergibt den neuen Wert des Registers X.

Bevor das Ergebnis im Register X angezeigt wird, findet ein Transport des Wertes von Register Y nach Register Z und von Register X nach Register Y statt.

Nun einige Beispiele:

Mit [KOMMA] [D/P] 010 stellen Sie Anzeigedarstellung und verfügbare Datenregisteranzahl für die nachfolgenden Beispiele ein.

Beispiel 1:

Eine Zahlenreihe, bestehend aus den Zahlen 4, -2 und 3, soll mit der Zahl 25 multipliziert, die Summe der Produkte im Datenregister 003 abgespeichert werden.

Das Ergebnis ist anzuzeigen.

Zunächst wird die Zahl 25 nach Register Z transportiert, um anschließend unter Ausnutzung der automatischen Verschiebevorgänge im Kellerspeicher fortlaufend die Multiplikationen durchführen zu können. Nach jeder Multiplikation wird das Ergebnis im Datenregister 003 aufsummiert.

Löschen Sie das Datenregister 003 durch [LÖ] [x→R] 003.

Tastenfolge:	Kellerspeicher:	Anzeige:
25 [↑] [↑] 4 [.]	Z 25, Y 25, X 100	1,	02
[x→R] [+] 3 [↓]	Z 25, Y 25, X 25	2,5	01
[+/-] 2 [.]	Z 25, Y 25, X -50	-5,	01
[x→R] [+] 3 [↓]	Z 25, Y 25, X 25	2,5	01
3 [.]	Z 25, Y 25, X 75	7,5	01
[x→R] [+] 3	Z 25, Y 25, X 75	7,5	01
[R→x] 003	Z 25, Y 75, X 125	1,25	02

Der im Datenregister 003 aufsummierte Wert ist 125.

Beispiel 2:

Die angezeigte Zahl 125 soll mit dem Wert des Datenregisters 003 multipliziert und angezeigt werden.

Tastenfolge:	Kellerspeicher:	Anzeige:
[R→x] [.] 003	Z 75	1,5625 04
	Y 125	
	X 15625	

INDIREKTES SPEICHERN UND ABRUFEN VON ZAHLEN

Das Speichern und Abrufen von Zahlen kann auch mit indirekter Adressierung erfolgen. Von praktischer Bedeutung ist diese Möglichkeit vor allem beim PROGRAMMIERTEN RECHNEN (vgl. auch Pkt. 4.6.).

Bei dieser Art der Adressierung ist unmittelbar nach [x→R] bzw. [R→x] die Taste [IND] zu betätigen. Anschließend geben Sie die Adresse n ein. Die Zahl n adressiert ein Datenregister n, dessen Inhalt m für die Adressierung des Datenregisters m verwendet wird. Das Datenregister m ist das Datenregister, womit die eingeleiteten Datentransporte durchgeführt werden.

Die Tastenfolge [x→R] [IND] [n] löst den Transport der Zahl im Register X nach dem Datenregister m aus.

Das nachfolgende Beispiel soll Ihnen die Wirkungsweise der indirekten Adressierung erläutern.

Durch [KOMMA] [D/P] 015 stellen Sie Anzeigedarstellung und Datenregisteranzahl ein.

Die Zahl 12 speichern Sie mit 12 [x→R] 4 [↑] im Datenregister 004 ab. Betätigen Sie anschließend 345 [x→R] [IND] 4 [↑], dann wird die Zahl 345 nicht im Datenregister 004, sondern im Datenregister 012 abgespeichert. Das Datenregister 004 (entspricht dem Datenregister n) wird also nur zur Abspeicherung der Zahl 12 verwendet, die die Adresse für das Datenregister m darstellt.

Überprüfen Sie diesen Vorgang durch [LÖ] [R→x] 12 [↑]

Anzeige:

3,4 5 0 2

Die Tastenfolge [R→x] [IND] [n] löst den Transport der Zahl aus Datenregister m nach dem Register X aus.

Verwenden wir das oben stehende Beispiel, so können Sie die im Datenregister 012 abgespeicherte Zahl auch mit Hilfe der indirekten Adressierung anzeigen. Löschen Sie mit [LÖ] das Register X und betätigen Sie [R→x] [IND] 4 [↑].

Angezeigt wird: [ ][ ] [ ][3,][4][5][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][0][2]

Beachten Sie noch folgende Hinweise:

In bezug auf Adressenabschluß und Veränderung des Kellerspeichers gelten die gleichen Bemerkungen wie beim direkten Speichern und Abrufen.

Beachten Sie, daß als Adresse für das Datenregister m nur der Betrag des ganzzahligen Teils der Zahl verwendet wird, die im Datenregister n steht.

INDIREKTE REGISTERARITHMETIK

Die Kombination der indirekten Adressierung von Datenregistern und der Ausführung von arithmetischen Operationen zwischen dem Register X und Datenregistern ergibt leistungsfähige Funktionen. Sie sind besonders beim PROGRAMMIERTEN RECHNEN vorteilhaft anwendbar (vgl. Pkt. 4.6.).

Soll das Ergebnis der arithmetischen Operation im Datenregister m stehen (vgl. vorangegangene Ausführung zur indirekten Adressierung), so ist die Tastenfolge

[x→R] { ± · : } [IND] [n]

zu wählen.

Die auszuführende Operation bewirkt:

Wert des Datenregisters m $\left\{\begin{matrix} \pm \\ \cdot \\ : \end{matrix}\right\}$ Wert des Registers X

ergibt den neuen Wert des Datenregisters m.

Beachten Sie zur Erläuterung folgendes Beispiel:

Führen Sie zunächst noch mal die Tastenfolge 12 [x→R] 4 [↑] 345 [x→R] [IND] 4 [↑] aus. Damit haben Sie die Zahl 345 im Datenregister 012 abgespeichert.

Anschließend betätigen Sie 25 [x→R] [-] [IND] 4 [↑], um die Zahl 25 vom Inhalt des Datenregisters 012 zu subtrahieren.

Kontrollieren Sie diesen Vorgang durch [R→x] 12 [↑]

Anzeige: | | | [3,2 | | | | | | | |] [| 0 | 2]

Soll das Ergebnis der arithmetischen Operation im Register X stehen, so ist die Tastenfolge

[r→x] $\left\{\begin{matrix} \pm \\ \cdot \\ : \end{matrix}\right\}$ [IND] [n]

zu wählen.

Die auszuführenden Operationen bewirken:

Wert des Register X $\left\{\begin{matrix} \pm \\ \cdot \\ : \end{matrix}\right\}$ Wert des Datenregisters m

ergibt den neuen Wert des Registers X.

Beispiel:

Durch [π] [x→R] 4 [↑] 50 [x→R] [IND] 4 [↑] speichern Sie die Zahl 50 unter Verwendung der indirekten Adressierung im Datenregister 003 ab.

Beachten Sie, daß vom Inhalt des Datenregisters 004, das die Zahl enthält, nur der Betrag des ganzzahligen Teils für die Adressierung des Datenregisters m verwendet wird.

Nach Ausführung der Tastenfolge 25 [R→x] [:] [IND] 4 [↑]

wird [ ][ ] [ ][5,][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] [-][0][1]

angezeigt.

Dieser Wert ist das Ergebnis einer Division von Register X (Zahl 25) durch Datenregister 012 (Zahl 50).

Beachten Sie noch folgende Hinweise:

Bezüglich des Adressenabschlusses und der Veränderung des Kellerspeichers durch die Operationsausführung gelten die Bemerkungen zum direkten Speichern und Abrufen.

Die Reihenfolge der Tasten [IND] sowie [+][-][·] oder [:] kann beliebig gewählt werden.

ADRESSENKORREKTUR

Wird bei der Eingabe einer durch [x→R] oder [R→x] begonnenen Tastenfolge vor dem Adressenabschluß (die Zustandsanzeige KOMPL leuchtet noch) ein Eingabefehler erkannt, so kann die gesamte mit [x→R] oder [R→x] begonnene Tastenfolge korrigiert werden. Zu diesem Zweck ist die Taste [LÖ] zu betätigen. Die Taste [LÖ] löscht in diesem Falle die gesamte Tastenfolge einschließlich [x→R] bzw. [R→x] und schaltet KOMPL aus; die Tastenfolge kann erneut eingegeben werden.

Das Register X bleibt unverändert. Soll Register X ebenfalls gelöscht werden, muß [LÖ] noch mal gedrückt werden.

Beispiel:

Sie wollen die Zahl im Datenregister 009 abspeichern. Nachdem Sie die Tasten [π] [R→x] 8 betätigt haben, merken Sie, daß Sie die Taste [x→R] mit der Taste [R→x] vertauscht haben.

Darüber hinaus haben Sie noch an Stelle einer 9 eine 8 eingetastet. Da der Adressierungsvorgang noch nicht abgeschlossen ist (die Zustandsanzeige KOMPL ist noch eingeschaltet), können Sie durch [LÖ] diese Fehler beseitigen. Anschließend betätigen Sie [x→R] 9 [↑] und die Zahl π wird im Datenregister 009 abgespeichert.

3.7.
Verwendung der Tastengruppe für auswechselbare Funktionsblöcke

Die linke Tastengruppe wird für die Auslösung von Funktionen verwendet, die durch den eingesteckten Funktionsblock realisiert werden. Die beiden über der Tastengruppe angeordneten Zustandsanzeigen dienen, in Abhängigkeit vom eingesteckten Funktionsblock, zur Anzeige von Betriebszuständen.

Die Funktionsblöcke werden im Abschnitt 5 beschrieben.

Unabhängig davon, ob ein Funktionsblock eingesteckt ist oder nicht, können die Tasten dieser Tastengruppe für die symbolische Adressierung von Programmen verwendet werden. Dabei sind die diesbezüglichen Ausführungen im Pkt. 4.4. zu beachten.

4.
Programmiertes Rechnen

4.1.
Allgemeine Probleme der Programmierung

Der vorangegangene Abschnitt beschreibt die Verwendungsmöglichkeiten des Rechners in der Betriebsart MANUELLES RECHNEN. Dabei werden die gewünschten Operationen (z.B. Eingabe einer Zahl, Registertransporte, arithmetische Operationen) nach Betätigen der entsprechenden Taste sofort ausgeführt. Das Ergebnis erscheint in der Anzeige. Danach kann mit dem Ergebnis weitergerechnet werden.

Neben dieser Betriebsart bietet der Rechner die Möglichkeit, aufeinanderfolgende Operationen zu Programmen zusammenzufassen, diese im Arbeitsspeicher abzuspeichern und beliebig oft mit unterschiedlichen Eingabewerte automatisch abzuarbeiten. Diese Betriebsart wird PROGRAMMIERTES RECHNEN genannt.

Ihr wesentlicher Vorteil besteht darin, daß die Bedienung des Rechners auf das Starten des Programms und die Eingabe von Zahlenwerten beschränkt bleibt. Dadurch wird die Arbeit mit dem Rechner in großem Maße vereinfacht. Die Fehlermöglichkeiten werden stark reduziert. Die automatische Abarbeitung führt zu wesentlich kürzeren Bearbeitungszeiten. Bei der Nutzung der Programme wird die Kenntnis des Programmaufbaus nicht vorausgesetzt. Kenntnisse zur Bedienung des Programms genügen vollständig, um den Rechner routinemäßig als wirkungsvolles Rationalisierungsmittel zu nutzen. Da zur Programmierung alle Tasten des MANUELLEN RECHNENS in bekannter Weise verwendet werden, fällt es auch dem mit der Programmierung bisher nicht vertrauten Leser leicht, in kurzer Zeit die Vorzüge des PROGRAMMIERTEN RECHNENS zu nutzen.

Betrachten wir ein einfaches Beispiel:

Es soll die Formel

$$(\pi + \sqrt{a + 3})^2 .$$

für verschiedene Werte a berechnet werden.

Mit den Kenntnissen aus dem MANUELLEN RECHNEN würden Sie das Problem für ein bestimmtes a, z.B. a = 125, sofort durch die Tastenfolge

KOMMA | , | 125 | ⇑ | 3 | + | $\sqrt{x}$ | π | + | x^2

lösen.

Als Ergebnis wird angezeigt:

| | | 2,0 | 8 | 9 | 5 | 5 | 7 | 3 | 1 | 4 | | | 0 | 2 |

Diesen Vorgang müßten Sie für jedes a wiederholen.

Durch das PROGRAMMIERTE RECHNEN läßt sich diese aufwendige Bedienung stark vereinfachen. Zur Demonstration drücken Sie die nachfolgenden Tasten in der angegebenen Reihenfolge. Das Verständnis der einzelnen Bedienschritte wird in den folgenden Abschnitten erläutert. Hier soll nur der Eindruck des PROGRAMMIERTEN RECHNENS vermittelt werden.

SPRUNG | ⇑ | PROGR EING · — Vorbereitung der Programmeingabe

STOP | KOMMA | , | ⇑ | 3 | +
$\sqrt{x}$ | π | + | x^2
SPRUNG | ⇑

Eingabe des Programms (Beachten Sie, daß der größte Teil mit der bekannten manuellen Bedienweise identisch ist. Am Anfang ist STOP ergänzt.

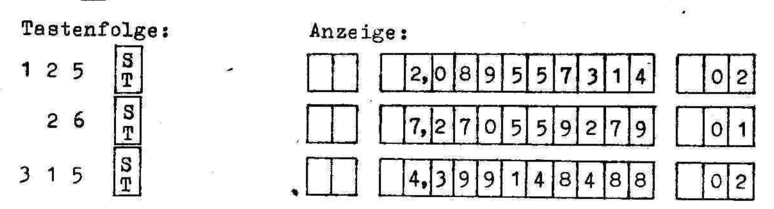
An dieser Stelle im Programm ist später der Wert a einzutasten.

Am Ende wird SPRUNG | ⇑ hinzugefügt. So wird das Programm automatisch an den Anfang zurückgeführt, wodurch eine laufende Wiederholung möglich ist.)

PROGR EING — Beendigung der Programmeingabe

SPRUNG | ⇑ | ST — Start des Programms

Jetzt beginnt die eigentliche Rechnung, indem Sie a eingeben und [S T] drücken.

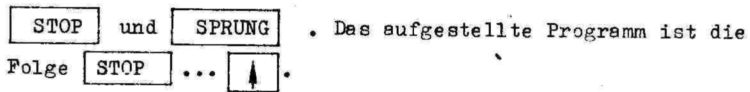


In der Anzeige entsteht zu jedem a sofort das gewünschte Ergebnis. Der Vorgang ist für beliebig viele a fortsetzbar. An diesem einfachen Beispiel erkennen Sie folgende Vorgänge, die beim PROGRAMMIERTEN RECHNEN stets in gleicher Reihenfolge auszuführen sind:

PROGRAMMIERUNG

In die Tastenfolgen, die Sie für die Lösung des Problems in der Betriebsart MANUELLES RECHNEN benötigen, fügen Sie zur effektiven Steuerung der automatischen Abläufe Tasten der Tastengruppe für die Programmierung (vgl. Anlage 1) ein.

Im vorangegangenen Beispiel handelt es sich um die Tasten



PROGRAMMEINGABE

Zur Vorbereitung der Programmeingabe muß der Befehlszähler eingestellt und die Betriebsart PROGRAMMEINGABE eingeschaltet werden. Der Befehlszähler gibt die Adresse des Programmspeichers an, bei der die Eingabe des Programms beginnen soll.

Während der Programmeingabe wird die Tastenfolge in aufeinanderfolgende Speicherplätze des Programmspeichers eingegeben.

Jede Tastenbetätigung belegt einen Speicherplatz. Die eingespeicherte Tastenfunktion heißt Befehl.

Nach der Eingabe des letzten Befehls erfolgt mit der Ausschaltung der Betriebsart PROGRAMMEINGABE die Beendigung der Programmeingabe.

PROGRAMMTEST

Es stehen umfangreiche Möglichkeiten zum Test von Programmen zur Verfügung. Das ist insbesondere für lange und komplizierte Programme vorteilhaft.

PROGRAMMABARBEITUNG

Der Start des Programms erfolgt nach dem Einstellen des Befehlszählers durch Betätigen einer Starttaste.

Der Befehlszähler legt fest, an welcher Stelle des eingespeicherten Programms der automatische Ablauf gestartet werden soll. Werden bei der Abarbeitung des Programms STOP-Stellen erreicht, ist eine Bedienung des Programms, beispielsweise in Form einer Zahleneingabe, möglich.

Die folgenden Ausführungen in diesem Abschnitt geben eine ausführliche Beschreibung aller Probleme, die mit Programmierung, Programmeingabe, Programmtest und Programmabarbeitung zusammenhängen.

4.2.
Programmspeicher

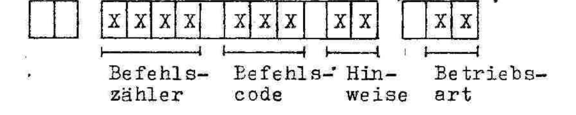
. Der Programmspeicher dient der Speicherung von Programmen.

. Programme bestehen aus einer Folge von Befehlen.

. Nach dem Einschalten des Rechners stehen je nach Ausrüstungsvariante des Rechners außer den 7 Datenregistern **Speicherbereiche für 864, 1888, 2912 oder 3936 Befehle zur Verfügung. Der Programmspeicher ist gelöscht.**

. **Mit der Tastenfolge [D/F] [n] kann die Größe des verfügbaren Datenspeichers (maximal 242 Datenregister) und damit des Programmspeichers verändert werden. Für n ist eine dreistellige Zahl (die der Anzahl der gewünschten Datenregister entspricht) einzugeben. Anstelle eines Datenregisters können 8 Befehle gespeichert werden.**

. Befehlszähler, **Befehlscode, Fehler- und Bedienhinweise** sowie die eingeschaltete Betriebsart werden durch die Programmanzeige dargestellt.



Hinweise: Fx ... Fehlerhinweis
Hx ... Bedienhinweis

Betriebsart:
PP ... PROGRAMMEINGABE
LL ... LIST
HH ... TEST

. Der Programmspeicher wird durch die Eingabe von Befehlen überschrieben.

VERFÜGBARER PROGRAMMSPEICHER

Der Teil des Arbeitsspeichers, der zur Abspeicherung der Befehlsfolgen dient, wird Programmspeicher genannt. Nach dem Einschalten des Rechners stehen (je nach Ausrüstungsvariante des Rechners) außer den 7 Datenregistern folgende Programmspeicherbereiche zur Verfügung:

Ausrüstungsvariante	Speichermöglichkeit für Befehle
robotron K 1003-1	864
robotron K 1003-2	1888
robotron K 1003-3	2912
robotron K 1003-4	3936

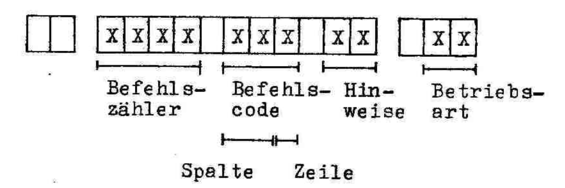
Der gesamte Programmspeicher ist nach dem Einschalten des Rechners gelöscht.
Eine Änderung der Programmspeicherkapazität ist durch eine Änderung der Anzahl der verfügbaren Datenregister mit der Tastenfolge [D/P] [n] möglich (vgl. Abschnitt 3.6.).
Beachten Sie, daß maximal nur 242 Datenregister mit den Adressen 000 bis 241 bereitgestellt werden können.

Anstelle jedes Datenregisters können 8 Befehle abgespeichert werden. Um die Leistungsfähigkeit des Rechners auszuschöpfen, ist es zweckmäßig, vor Beginn der Programmeingabe die Grenze zwischen Daten- und Programmspeicher mit [DIP] [n] so einzustellen, daß nur die notwendige Anzahl von Datenregistern verfügbar ist.

Benötigt ein Programm z.B. 23 Datenregister, so wird bei robotron K 1003 - 1 durch [D/P] 023 erreicht. daß die Datenregister 000 bis 022 verfügbar sind und noch 736 Befehle abgespeichert werden können.

PROGRAMMANZEIGE

Bei Programmeingabe, Programmtest und Fehlerbehandlung wird die Anzeige zur Ausgabe von Programminformationen genutzt. Im Gegensatz zur Zahlenanzeige, wo stets der Wert des Registers X angezeigt wird, werden die einzelnen Stellen der Anzeige für verschiedene Angaben genutzt. Wie Sie mit der Anzeige arbeiten können, erfahren Sie in den folgenden Abschnitten. Hier wird zunächst der Überblick zu angezeigten Informationen dargestellt.



- Betriebsart
  Die Betriebsart ist eine Buchstabenkombination.
  Es bedeuten:

PP	Betriebsart PROGRAMMEINGABE
HH	Betriebsart TEST
LL	Betriebsart LIST

- **Hinweise**
  Hier werden die Fehlerhinweise F0 bis F6 (vgl. Abschnitt 8) sowie Bedienhinweise H1, H2, HL und HF (vgl. Abschnitt 6) ausgegeben.

- Befehlszähler
  Der Befehlszähler ist eine vierstellige Zahl. Er stellt die Adresse dar, womit der Programmspeicher zur Zeit adressiert wird. Dadurch kann man bei PROGRAMMEINGABE erkennen, auf welchen Speicherplatz der nächste Befehl eingegeben wird und bei LIST und TEST, auf welchem Speicherplatz der angezeigte Befehlscode abgespeichert ist.

- Befehlscode
  Der Befehlscode zeigt den Befehl an, der an der vom Befehlszähler angegebenen Position des Programmspeichers steht. Der Befehlscode steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Anordnung der Tasten im Tastenfeld. Die beiden linken Stellen bilden die Spaltennummer der Tastatur, die rechte die Zeilennummer. Dadurch ist der Befehl aus dem Befehlscode mit Hilfe der Tastatur sofort ablesbar.

  Beispiel: [|] [0|0|1|0| |1|6|5| | |] [|P|P]

  Die Anzeige sagt aus, daß sich der Rechner in der Betriebsart PROGRAMMEINGABE befindet. Auf dem Speicherplatz 0010 steht der Befehl ENDE. (Die Taste [ENDE] befindet sich in Spalte 16 und Zeile 5 der Tastatur.)

LÖSCHEN DES PROGRAMMSPEICHERS

Der Programmspeicher wird durch Ausschalten des Rechners automatisch gelöscht.

Bei der Programmeingabe wird der alte Inhalt des Programmspeichers überschrieben. Ein Löschen des Programmspeichers durch den Nutzer ist damit nicht erforderlich.

4.3.
Einfache Programme

. Ein Programm kann an jeder beliebigen Stelle im Programmspeicher abgespeichert werden.

. Vor Beginn der Programmeingabe ist mit [SPRUNG] [m] der Befehlszähler und mit [PROGR EING] die Betriebsart PROGRAMMEINGABE einzustellen. Die maximal vierstellige Zahl m adressiert den Speicherplatz, an dem die Einspeicherung des Programmes erfolgen soll.

- Das Programm wird Befehl für Befehl eingetastet.

- Die Programmanzeige gibt während der Programmeingabe immer die Stelle an, woran der nächste Befehl abgespeichert wird.

- **Alle Tasten außer**
  [LIST] [TEST] [SCHRITT] [PROGR EING] [DEA] [MKL] und [MKS]
  führen zur Abspeicherung eines Befehls.

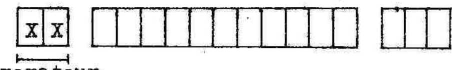
- Die Taste STOP bzw. der Befehl STOP unterbrechen die Programmabarbeitung.

- Der Befehl STOP wird an den für die Eingabe oder Anzeige von Zahlen vorgesehenen Stellen in das Programm eingefügt.

- Der Numerateur kennzeichnet die durch die Befehle STOP vorgesehenen Eingabe- oder Anzeigestellen.

- Der durch die Tastenfolge [NUM] [n] einstellbare zweistellige Numerateur wird mit jedem Befehl STOP um eine Stelle weitergezählt und durch Betätigen der Taste [ENDE] oder durch den Befehl ENDE ausgeschaltet.

- Anzeige des Numerateurs:



- Die Verwendung des Befehls ENDE für die Steuerung der Ein- und Ausgabe von Magnetkarten erfordert, daß jedes Programm nur einen Befehl ENDE enthalten darf. Dieser Befehl ist als letzter einer Befehlsfolge zu programmieren.

- Die Betriebsart PROGRAMMEINGABE wird durch die Taste [PROGR EING] ausgeschaltet.

- Vor Beginn der Programmabarbeitung ist der Befehlszähler durch [SPRUNG] [m] an den Programmanfang zu stellen.
- Der Start der Programmabarbeitung wird durch die Taste [S/T] ausgelöst. Dies gilt auch nach der Zahleneingabe an STOP-Stellen im Programm.
- Ist das Programm abgearbeitet, wird das Ergebnis im gewählten Anzeigeformat angezeigt.

PROGRAMMIERUNG

Ein zu lösendes Problem ist zunächst daraufhin zu untersuchen, ob die Betriebsart MANUELLES RECHNEN oder PROGRAMMIERTES RECHNEN zweckmäßig ist.

Beispielsweise soll die Gleichung

$$x = \frac{1}{\sqrt{3a^2 + 2b^2}}$$

mit den Werten a = 15,34 und b = 111,377 berechnet werden.

Das Ergebnis soll auf fünf Nachkommastellen gerundet angezeigt werden.
Da die Lösung dieser Aufgabe wenig Bedienaufwand erfordert und nur einmal durchgeführt wird, ist die Betriebsart MANUELLES RECHNEN sinnvoll.

Nach der Tastenfolge

[KOMMA] [5] [GL] 15,34 [x^2] 3 [·] 111,377 [x^2] 2 [·] [+] [$\sqrt{x}$] [1/x]

erscheint die Anzeige [ ][ ] [ ][ ][ ][ ][0,][0][0][6][2][6] [ ][ ][ ]

Ist jedoch x für verschiedene Werte a und b zu berechnen, so empfiehlt es sich, ein Programm zu schreiben. Durch die Abarbeitung dieses Programms kann die Bedienung im wesentlichen auf die Zahleneingabe reduziert werden.

Bevor Sie mit der Programmierung beginnen, sollten Sie zunächst die Bedeutung der Tasten [STOP] [NUM] und [ENDE] kennenlernen.

Die Taste [STOP] bzw. der Befehl STOP beendet die automatische Programmabarbeitung. Der Befehl STOP wird innerhalb eines Programms verwendet, um die automatischen Abläufe zum Zwecke der Eingabe und Anzeige von Zahlen anzuhalten. Außerdem wird der Numerateur durch die Ausführung des Befehls STOP um eine Position weitergezählt.

Den STOP-Zustand zeigt die Zustandsanzeige STOP an. Jede nachfolgende Taste schaltet diese Anzeige wieder aus.

Die Taste [STOP] kann als einzige Taste jederzeit zum Abbrechen der Programmabarbeitung benutzt werden. Zu diesem Zweck ist [STOP] so lange zu drücken, bis die Zahlenanzeige wieder leuchtet.

Die beiden links angeordneten Stellen der Anzeige sind für die Darstellung des Numerateurs reserviert. Mit dieser zweistelligen Zahl wird die Möglichkeit gegeben, durch das Programm Ein- oder Ausgabestellen zu kennzeichnen.

Anzeige: [0|5] [|0,| | | | | | | | |] [|0|0]

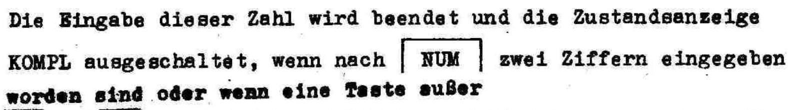
Numerateur

(Durch diese Anzeige kann der Bediener beispielsweise aufgefordert werden, die fünfte Zahl einer Zahlenreihe einzutasten.)

Die Einstellung des Numerateurs erfolgt durch die Befehls- bzw. Tastenfolge [NUM] [n] . Nach Betätigen der Taste [NUM] wird die Zustandsanzeige KOMPL eingeschaltet, um den Bediener darauf hinzuweisen, daß noch die Zahl n einzugeben ist.

Die Zahl n wird im Numerateur angezeigt.

Die Eingabe dieser Zahl wird beendet und die Zustandsanzeige KOMPL ausgeschaltet, wenn nach [NUM] zwei Ziffern eingegeben **worden sind oder wenn eine Taste außer**



betätigt wurde.

Um eine fortlaufende Numerierung der Eingabestellen in einem Programm zu erreichen, ist es zweckmäßig, den Numerateur zunächst auf den Wert 00 zu stellen. Nach Abarbeitung des ersten Befehls STOP steht der Numerateur auf 01, wodurch die erste Eingabestelle angezeigt wird. Erreicht das Programm den nächsten Befehl STOP, steht der Numerateur auf 02 usw.

Der Befehl ENDE beendet die Programmabarbeitung. Die Numerateuranzeige wird durch den Befehl ENDE oder durch die Taste [ENDE] ausgeschaltet.

Durch die Verwendung des Befehls ENDE für die Steuerung der Ein- und Ausgabe von Magnetkarten (vgl. Abschnitt 6) ist es wichtig, daß jedes Programm nur einen Befehl ENDE enthält. Dieser Befehl schließt die Befehlsfolge ab. Nachdem Sie nun die Wirkung dieser drei Tasten bzw. der entsprechenden Befehle kennen, können Sie ohne Schwierigkeiten ein Programm für die Lösung der Gleichung

$$x = \frac{1}{\sqrt{3a^2 + 2b^2}}$$

aufschreiben.

Fügen Sie in die obenstehende Tastenfolge an den Stellen, wo Sie die Zahlen für a und b eingegeben haben, jeweils die Taste [STOP] ein. Damit haben Sie sich im Programm Stellen für die Eingabe der Werte a und b geschaffen. Um jeder Eingabestelle einen Numerateurwert zuzuordnen, beginnen Sie das Programm mit der Taste [NUM]. Die Tastenfolge [NUM] [KOMMA] stellt den Numerateur auf den Wert 00 ein. Dieser wird bei jener STOP-Stelle um eine Position weitergezählt.

Das durch die Taste [ENDE] abgeschlossene Programm ist die Tastenfolge:

[NUM] [KOMMA] [5] [GL] [STOP] [x^2] [3] [•] [STOP] [x^2]
[2] [•] [+] [$\sqrt{x}$] [1/x] [ENDE]

Beachten Sie bei der Programmierung, daß Sie alle Tasten außer [LIST] [TEST] [SCHRITT] [PROGR EING] [DEA] [MKL] und [MKS] als Befehle verwenden können.

PROGRAMMEINGABE

Vor der Eingabe des Programms legen Sie die Adresse m des Programmspeichers fest, an der die Eingabe des Programms beginnen soll. Stellen Sie den Befehlszähler entsprechend dieser Adresse ein. Dazu verwenden Sie die Tastenfolge

[SPRUNG] [m] .

Beachten Sie, daß nach [SPRUNG] die Zustandsanzeige KOMPL eingeschaltet wird. Die nachfolgende Adresseneingabe wird beendet und die Zustandsanzeige KOMPL ausgeschaltet, wenn Sie hintereinander vier Ziffern eintasten. Bei der verkürzten Adresseneingabe betätigen Sie zum Abschluß die Taste [↑].

Anstelle von [↑] können Sie auch alle Tasten außer [UP] [LIST] [TEST] [PROGR EING] [DEA] [MKL] oder [MKS] verwenden.

Beispiel: Das Programm soll am Anfang des Programmspeichers abgespeichert werden.

Tastenfolge: [SPRUNG] 0 0 0 0 oder [SPRUNG] [↑]

Nach der Einstellung des Befehlszählers ist mit der Taste [PROGR EING] die Betriebsart PROGRAMMEINGABE einzuschalten. Sie erkennen den Zustand durch die Programmanzeige mit PP.

Jetzt können Sie das Programm Befehl für Befehl in der oben dargestellten Reihenfolge eingeben. Nach jeder Tastenbetätigung wird der Befehlszähler um eine Position weitergezählt. Er zeigt stets die Stelle an, wo der nächste Befehl abgespeichert wird.

Nach der Eingabe des letzten Befehls schalten Sie durch die Taste [PROGR EING] die Betriebsart PROGRAMMEINGABE wieder aus. Sie befinden sich wieder in der Betriebsart MANUELLES RECHNEN. Bei umfangreichen Programmen empfiehlt sich nach der Programmeingabe eine Überprüfung, bevor mit der eigentlichen Rechnung begonnen wird. Hierzu dienen die im Pkt. 4.8. beschriebenen Testmöglichkeiten. Für das Beispiel in diesem Abschnitt ist kein Test erforderlich.

PROGRAMMABARBEITUNG

Der Befehlszähler ist durch [SPRUNG] [m] an den Programmanfang zu stellen. Anschließend wird das Programm mit der Taste [S T] gestartet. Während der Abarbeitung der automatischen Abläufe wird die Zustandsanzeige BES eingeschaltet. Beachten Sie, daß jede Tastenbetätigung außer [STOP] wirkungslos ist, wenn BES eingeschaltet ist.

Im Gegensatz zur Berechnung von x in der Betriebsart MANUELLES RECHNEN beschränkt sich der Bedienaufwand bei der Abarbeitung des Programms wie folgt:

- Start des Programms durch [SPRUNG] [↑] [S T]
- Eintasten der Zahl a (z.B. a = 15,34) an der Numerateurstelle 01

  Anzeige: [0|1] [|1|5,|3|4| | | | | |] [| |]

  Fortsetzen des Programms durch [S T]
- Eintasten der Zahl b (z.B. b = 111,377) an der Numerateurstelle 02

Anzeige: | 0 | 2 | | | 1 | 1 | 1,3 | 7 | 7 | | | | | | \ | |

und erneutes Starten des Programms durch | S T |

- Anzeige des Ergebnisses
| | | | | | | | 0,0 | 0 | 6 | 2 | 6 | | | |

Anschließend wiederholen Sie den Vorgang für weitere Werte a und b, die Sie der nachstehenden Tabelle entnehmen können. Die Ergebnisse stehen zum Vergleich in der Tabelle.

Beachten Sie, daß eine Zahleneingabe erst dann erfolgen kann, wenn die Zustandsanzeige STOP und die Zahlenanzeige eingeschaltet ist.

a NUM 01	b NUM 02	x
15,34	111,377	0,00626
17,84	112,021	0,00620
18,32	113,704	0,00610
. . . .		
15,91	109,121	0,00638

4.4.
Symbolische Adressierung von Programmen

- Zur Vereinfachung der Programmierung und zur Verringerung des Bedienaufwandes dient die symbolische Adressierung von Programmen.
- Zu diesem Zweck wird der Beginn eines Programms durch eine aus zwei Befehlen bestehende symbolische Adresse markiert.

MARKE	SYMBOL	PROGRAMM

(MARKE + SYMBOL:) symbolische Adresse

. Zur Eingabe des ersten Befehls dient die Taste [MARKE]
zur Eingabe des SYMBOLS können alle Tasten außer [ENDE]
[STOP] [PAUSE] und [UP] verwendet werden.

. Der Start des Programms erfolgt durch die Taste [STM]
mit anschließender Tastenbetätigung für das spezielle SYMBOL.

. Sind mehrere Programme mit der gleichen symbolischen Adresse im Programmspeicher, so wird nur das an vorderster Stelle stehende Programm ausgeführt.

. Es erscheint eine Fehleranzeige, wenn ein Programmstart ausgelöst wurde und kein Programm mit der entsprechenden symbolischen Adresse im Programmspeicher steht.

Wie Sie bereits wissen, wird der Programmspeicher durch den Befehlszähler adressiert. Durch Einstellen des Befehlszählers läßt sich jede Position im Programmspeicher erreichen. Dies wird besonders auch zum Programmstart genutzt. Neben diesem als absolute Adressierung bezeichneten Verfahren haben Sie auch die Möglichkeit der symbolischen Adressierung.

Das bisher beschriebene Verfahren zur Einstellung des Befehlszählers mit [SPRUNG] [m] wird absolute Adressierung genannt, da die als Adresse einzugebene Zahl m der absoluten Adresse im Programmspeicher entspricht. Das Verfahren der symbolischen Adressierung basiert auf der Kennzeichnung von Programmen oder Programmteilen durch symbolische Adressen. Diese bestehen aus zwei Befehlen und müssen grundsätzlich am Anfang des Programms stehen.

MARKE	SYMBOL	PROGRAMM 1	MARKE	SYMBOL	PROGRAMM 2

symbolische Adresse Programm 1 (MARKE + SYMBOL)

symbolische Adresse Programm 2 (MARKE + SYMBOL)

Zur Eingabe einer symbolischen Adresse ist in jedem Falle zuerst die Taste [MARKE] und dann die Taste für das SYMBOL zu betätigen. Als SYMBOL sind alle Tasten außer [ENDE], [STOP], [PAUSE] und [UP] verwendbar.

Soll beispielsweise das im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Programm zur Berechnung von

$$x = \frac{1}{\sqrt{3a^2 + 2b^2}}$$

mit dem SYMBOL x^2 gekennzeichnet werden, so sind bei eingeschalteter Betriebsart PROGRAMMEINGABE die Tasten [MARKE] [x^2] zu betätigen, bevor die Befehlsfolge für die eigentliche Berechnung abgespeichert wird.

Der Start eines symbolisch adressierten Programms erfolgt durch die Taste [STM] mit anschließender Tastenbetätigung für das SYMBOL. Im obengenannten Beispiel startet das Programm die Tastenfolge [STM] [x^2].

Stehen mehrere Programme mit der gleichen symbolischen Adresse im Speicher, so wird stets nur das vorderste (niedrigster Befehlszählerstand) ausgewählt; beachten Sie deshalb, daß Sie Ihre Programme mit unterschiedlichen SYMBOLEN kennzeichnen. Ist unter der ausgewählten symbolischen Adresse kein Programm im Speicher enthalten, so erfolgt eine Fehleranzeige.

Würden Sie z.B. zur Adressierung des obenstehenden Beispiels statt [STM] [x^2] versehentlich [STM] [1/x] drücken, so erscheint in der Anzeige:

		X	X	X	X	X	X	X	F	2					

Der Fehlerhinweis F2 bedeutet, daß kein Programm mit der entsprechenden symbolischen Adresse abgespeichert ist.

Der Fehlerzustand wird durch [PROGR BING] beseitigt (vgl. Pkt. 8).

Die symbolische Adressierung hat gegenüber der absoluten Adressierung verschiedene Vorteile:

- Es können Programme gestartet werden, ohne daß die Kenntnis des Befehlszählerstandes für den ersten auszuführenden Befehl (Startadresse bei absoluter Adressierung) vorausgesetzt werden muß.

- Werden Programme verwendet, die nur symbolische Adressen enthalten, so ist bei Programmkorrektur keine Adressenänderung notwendig.

- Das Zusammenfügen von Programmteilen wird übersichtlicher und einfacher.

- Der Bedienaufwand für den Programmstart ist geringer. Es sind nur zwei Tastenbetätigungen notwendig. Die Bedienung ist einfacher, Bedienfehler sind fast ausgeschlossen.

Der Nachteil symbolischer Adressierung besteht in dem größeren Zeitbedarf, den jeder symbolische Adressiervorgang bei der Ausführung erfordert.

4.5.
Unbedingte Sprünge im Programm

- Ein unbedingter Sprung im Programm wird durch die Befehle STM oder SPRUNG eingeleitet.
- Die Befehlsfolge ist bei absoluter Adressierung SPRUNG [m] und bei symbolischer Adressierung STM SYMBOL.
- Die Programmabarbeitung wird an der Stelle des neu eingestellten Befehlszählers fortgesetzt.

- Die Darstellung der Adresse m erfolgt durch vier Ziffern oder in verkürzter Form.

- Wird ein unbedingter Sprung an eine nicht verfügbare Adresse (symbolische Adresse nicht vorhanden bzw. absolute Adresse größer als verfügbarer Programmspeicher) durchgeführt, erfolgt eine Fehleranzeige.

Neben der Möglichkeit, den Start eines Programms durch die Tasten [STM] oder [SPRUNG] einzuleiten, können die entsprechenden Befehle STM oder SPRUNG auch innerhalb eines Programms zur Ausführung von unbedingten Sprüngen verwendet werden.

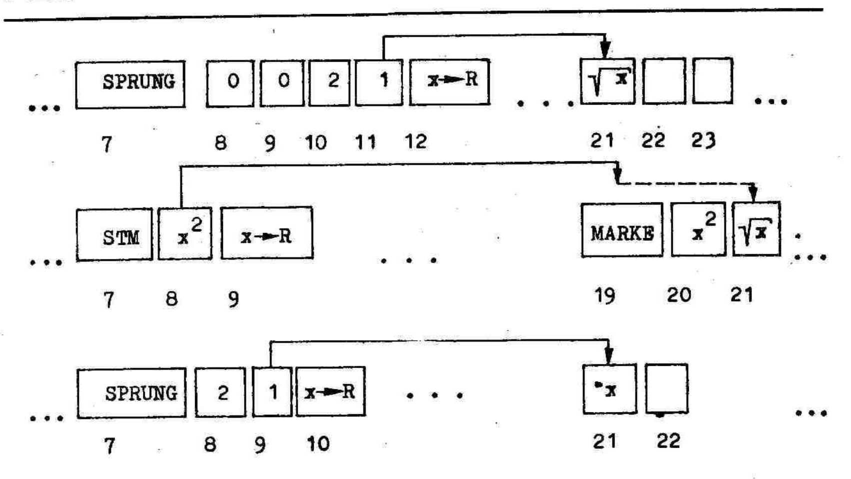
Bei einem unbedingten Sprung wird der Befehlszähler auf die nach SPRUNG stehende Adresse m eingestellt bzw. auf den Befehl, der unmittelbar nach der symbolischen Adresse steht. Die Abarbeitung des Programms wird an der Stelle des neu eingestellten Befehlszählers fortgesetzt.

Die Adresse m kann durch vier Ziffern oder in verkürzter Form (vgl. Pkt. 4.3.) dargestellt werden.

Die Befehlsfolge bei einem unbedingten Sprung ist

bei absoluter Adressierung: SPRUNG [m] und
bei symbolischer Adressierung: STM SYMBOL

Die nachfolgende Skizze zeigt den Programmablauf für beide Adressierungsvarianten:



(verkürzte Adressendarstellung)

In allen Fällen erfolgt ein unbedingter Sprung zu dem Befehl, der beim Befehlszähler 0021 abgespeichert ist. Beachten Sie, daß der Befehl x→R nicht ausgeführt wird.

Die Abarbeitung der Befehlsfolge STM x^2 bewirkt die Fortsetzung des Programms mit dem Befehl, der unmittelbar nach der symbolischen Adresse MARKE x^2 steht, also mit dem Befehl $\sqrt{x}$. Bei Ausführung eines unbedingten Sprungs wird immer dann eine Fehleranzeige (vgl. Pkt. 8) erzeugt, wenn kein Programm mit der entsprechenden symbolischen Adresse vorhanden ist oder der einzustellende Befehlszähler größer ist, als der verfügbare Programmspeicherbereich zuläßt.

Durch die folgenden Beispiele soll die Programmierung und vor allem die Bedeutung der unbedingten Sprünge erläutert werden.

Betrachten Sie zunächst nochmals das Beispiel in der Einführung zur Programmierung (Pkt. 4.1.). Dort ist am Ende mit SPRUNG ↑ (verkürzte Adressenangabe) ein unbedingter Sprung zum Befehl STOP enthalten. Hierdurch entsteht eine Schleife im Programmablauf. Ohne zusätzliche Bedienung, lediglich durch Eintasten der Ausgangswerte, wird das Programm

immer wieder aufs neue durchlaufen.

Die bisherigen Beispiele konnten Sie aufgrund ihrer Einfachheit und Übersichtlichkeit mühelos programmieren.

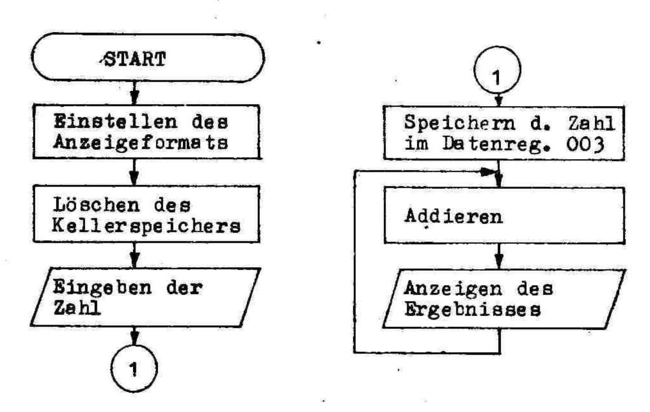
Bei der Lösung schwierigerer Probleme sollten Sie sich einiger Hilfsmittel bedienen, welche die Arbeit übersichtlicher gestalten.

Die Erläuterung erfolgt am Beispiel 1.

Aufgabe:

Im Register X sind der Reihe nach die Vielfachen einer im Datenregister 003 abgespeicherten Zahl anzuzeigen.

Zunächst sollten Sie versuchen, zur Darstellung Ihres Problems einen Programmablaufplan aufzustellen. Dabei wird das Problem in einzelne Teile unterteilt. Diese werden anschließend in Befehlsfolgen umgesetzt. Diese Befehlsfolgen sollten Sie in Programmformulare (vgl. Anlage 3) eintragen, worin Befehlszähler, Befehl und Bemerkungen spaltenweise angeordnet sind.



Befehls-zähler	Taste	Befehls-code	Bemerkungen
0000	KOMMA	167	Anzeigeformat einstellen
0001	GL	133	Kellerspeicher löschen
0002	STOP	163	Zahleneingabe
0003	x→R	064	Zahl abspeichern in
0004	3	116	Datenregister 003
0005	R→x	063	Addition der Werte von
0006	+	126	Datenregister 003 und
0007	3	116	Register X
0008	PAUSE	164	Anzeige des Ergebnisses
0009	SPRUNG	143	unbedingter Sprung zum
0010	5	105	Befehl bei 0005, um wieder-
0011	ENDE	165	holte Addition auszuführen

Der unbedingte Sprung wird in diesem Beispiel verwendet, um eine Programmschleife zu realisieren. Diese besteht aus den Befehlen, die vom Befehlszähler 0005 bis einschl. 0010 abgespeichert sind.

Zur Anzeige des Ergebnisses wird der Befehl PAUSE verwendet. Dieser Befehl bewirkt die Anzeige des im Register X befindlichen Wertes für die Dauer von etwa einer Sekunde. Das Programm können Sie durch [SPRUNG] [↑] [S/T] starten.

An der STOP-Stelle geben Sie eine Zahl ein. Danach wird durch [S/T] die Programmabarbeitung fortgesetzt, und die automatische Anzeige des Vielfachen beginnt. Der unbedingte Sprung am Ende des Programms bedingt, daß der Befehl ENDE nicht erreicht wird. ENDE dient hier neben der Steuerung bei der Magnetkartenein- und -ausgabe nur zum Abschluß der verkürzt dargestellten Adresse. Den Programmablauf beenden Sie durch die Taste [STOP].

Das Beispiel 2 zeigt die Berechnung des arithmetischen Mittels $A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$ aus einer Reihe von Werten. Die Anzahl der Werte ist variabel. Die Anzeige des Ergebnisses erfolgt mit drei Stellen nach dem Komma.

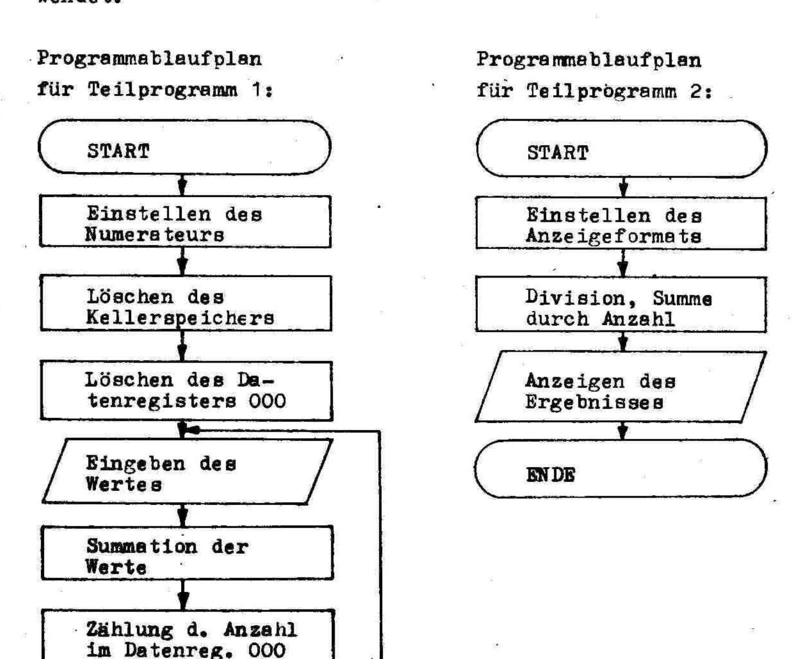
Dieses Beispiel enthält zwei Teilprobleme:

- die Eingabe der Einzelwerte, die Errechnung der Summe und die Ermittlung der Anzahl der eingegebenen Werte

  sowie

- die Errechnung und Anzeige des arithmetischen Mittels.

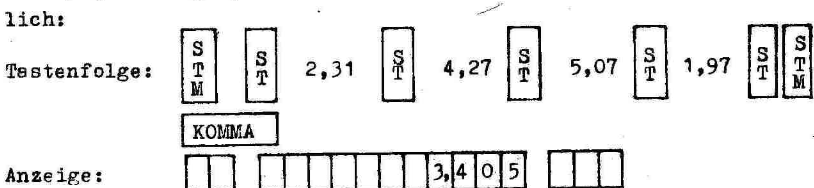
Zur einfachen Bedienung sollen beide Teilprogramme symbolisch adressiert werden. Es werden die SYMBOLE ST und KOMMA verwendet.



Programmformuler:

Befehls-zähler	Taste	Befehls-code	Bemerkungen
0100	MARKE	155	Symbolische Adresse
0101	ST	137	für Programmteil 1
0102	NUM	166	Löschung des
0103	GL	133	Kellerspeichers
0104	x→R	064	und des Datenregisters 000
0105	STOP	163	Eingabe des Wertes
0106	+	126	Summation der Werte
0107	1	076	Berechnung der Anzahl
0108	x→R	064	der eingegebenen Werte
0109	+	126	
0110	x↔y	066	
0111	SPRUNG	143	Unbedingter Sprung zum
0112	1	076	Zwecke der wiederholten
0113	0	107	Eingabe
0114	5	105	
0115	MARKE	155	Symbolische Adresse für
0116	KOMMA	167	Programmteil 2 .
0117	KOMMA	167	Einstellung des Anzeige-
0118	3	116	formats
0119	R→x	063	Division: Summe der Werte
0120	:	123	durch Anzahl der Werte
0121	ENDE	165	Anzeige des Ergebnisses

Bei der Berechnung des arithmetischen Mittels für die Werte 2,31; 4,27; 5,07 und 1,97 ist unter der Voraussetzung, daß das Programm abgespeichert ist, folgende Bedienung erforderlich:



4.6.
Bedingte Sprünge im Programm

- Logische Vergleiche werden durch Befehle ausgelöst, die mit Hilfe der Tasten [≥ 0], [= 0], [< 0] und [SEL] eingegeben werden.

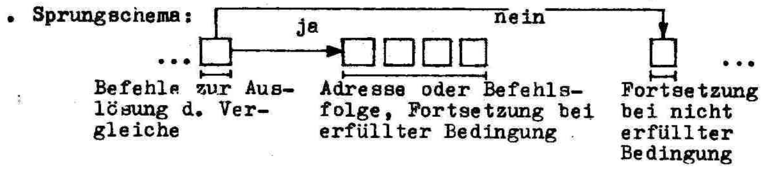
- Es werden folgende Bedingungen überprüft:
  - Ist der Wert des Registers X größer oder gleich Null - [≥ 0]
  - Ist der Wert des Registers X gleich Null - [= 0]
  - Ist der Wert des Registers X kleiner Null - [< 0]
  - Ist der Selektor eingeschaltet - [SEL]

- Es wird zum Vergleich immer der vollständige Wert des Registers X verwendet.

- Ist die vorgegebene Bedingung erfüllt (ja), wird der nächste Befehl, welcher der Beginn einer Befehlsfolge oder einer Adresse sein kann, ausgeführt.

- Ist die Bedingung nicht erfüllt (nein), werden die vier nachfolgenden Befehle übersprungen.

- Sprungschema:



- Die Darstellung der Adresse kann absolut oder symbolisch sein.

Der Rechner gibt Ihnen die Möglichkeit, logische Vergleiche auszuführen. Dadurch können Sie die Programmabarbeitung in Abhängigkeit vom Ergebnis beeinflussen.

Dazu sind Befehle zu programmieren, die mit den Tasten

[≥ 0], [= 0], [< 0] oder [SEL]

eingegeben werden.

Bei der Abarbeitung der Befehle ≤ 0, = 0 und <0 wird der vollständige Wert im Register X mit dem Wert Null verglichen. (Beachten Sie, daß der Rechner mit mehr Stellen arbeitet und der angezeigte Wert immer auf 10 Stellen gerundet ist. Es kann also der Wert Null angezeigt werden, obwohl der Vergleich ungleich Null ergibt.) Bei der Abarbeitung des Befehls SEL wird überprüft, ob der Selektor eingeschaltet ist. Der Selektor kann sowohl durch die Tasten [SEL = 1] (Einschalten des Selektors) und [SEL = 0] (Ausschalten des Selektors) als auch durch die entsprechenden Befehle, SEL = 1 und SEL = 0, ein- und ausgeschaltet werden.

In Abhängigkeit vom abgespeicherten Befehl wird geprüft, ob die Bedingung

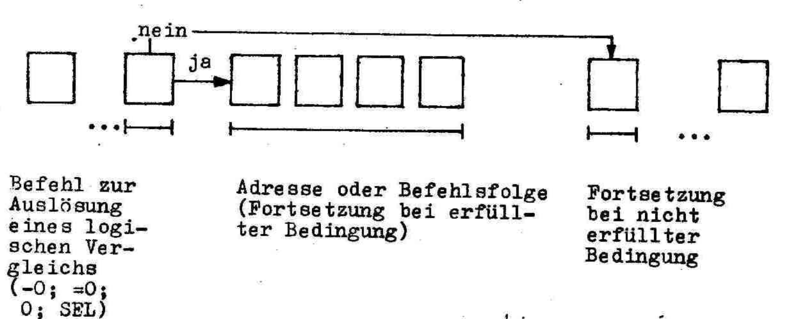
- der Wert des Registers X ist größer oder gleich Null [≥ 0]
- der Wert des Registers X ist gleich Null [= 0]
- der Wert des Registers X ist kleiner Null [< 0]
- der Selektor ist eingeschaltet [SEL]

erfüllt ist (ja) oder nicht erfüllt ist (nein).

Bei nichterfüllter Bedingung werden die nächsten vier Befehle der abgespeicherten Befehlsfolge übersprungen und das Programm mit dem 5. Befehl fortgesetzt. Bei erfüllten Bedingungen können die nächsten vier Befehle verwendet werden, um eine Adresse, an der die Programmabarbeitung fortgesetzt wird, oder um eine Befehlsfolge zu programmieren. Eine Adresse beginnt immer mit einer Ziffer, STM oder UP.

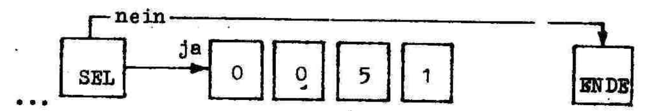
Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Sektion Mathematik
22 Greifswald
Friedrich-Ludwig-Jahn-Straße 15a

Bei der Programmierung von bedingten Sprüngen ergibt sich damit folgendes Schema:



Für die Darstellung der Adresse können Sie folgende Möglichkeiten nutzen:

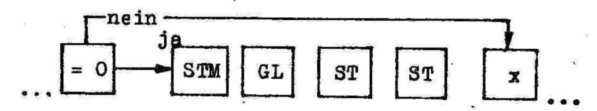
- Absolute Adresse (4 Ziffern oder verkürzte Adressenangabe)



Ist der Selektor eingeschaltet, wird der Befehlszähler auf 0051 eingestellt und das Programm dort fortgesetzt. Ist der Selektor nicht eingeschaltet, erfolgt die Beendigung der automatischen Abläufe durch ENDE.

Bei verkürzter Adressenangabe ist beispielsweise 5 1 ST ST zu programmieren. Die beiden Befehle ST dienen zum Auffüllen und werden als Leerbefehle verwendet.

- Symbolische Adresse



Ist der Wert des Registers X gleich Null, wird die Programmabarbeitung an der durch die symbolische Adresse MARKE GL

gekennzeichneten Stelle fortgesetzt. Ist er ungleich Null, wird die Quadratwurzel dieses Wertes errechnet.

- Unterprogrammadresse

  Unterprogramme können absolut oder symbolisch adressiert werden. Vergleichen Sie dazu den Pkt. 4.7.

Die folgenden Beispiele sollen zeigen, daß die Leistungsfähigkeit durch die Anwendung bedingter Sprünge automatisch ablaufender Programme wesentlich gesteigert werden kann. Der Rechner erhält die Fähigkeit, selbständig Entscheidungen zu treffen.

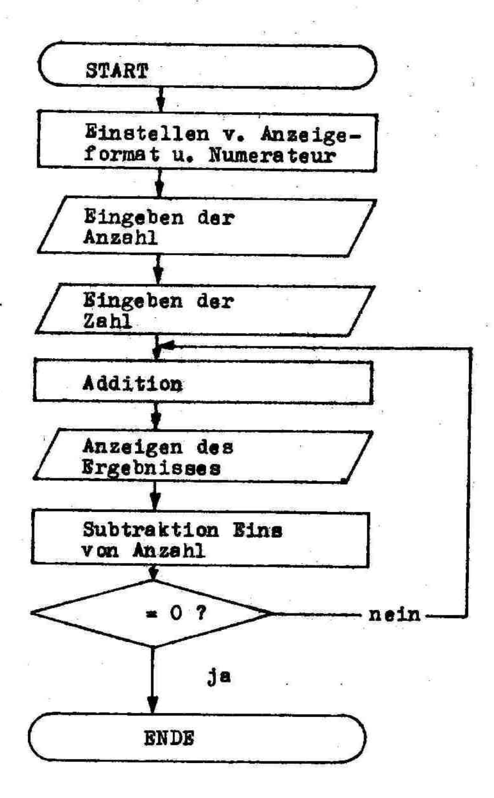
Beispiel 1:

Im Pkt. 4.5. wurde im Beispiel 1 eine fortlaufende Addition beschrieben. Nun soll dieses Beispiel um eine Begrenzung der Anzahl der Additionen erweitert werden.

Bevor Sie mit der Problemlösung beginnen, lesen Sie nochmals die Beschreibung des o.g. Beispiels. Die Festlegung der Anzahl der Additionen bedeutet, daß eine zweite Eingabestelle programmiert werden muß. Zur Unterscheidung der beiden Stellen wird zweckmäßigerweise der Numerateur eingeschaltet.
Als weitere Ergänzung muß die Abarbeitung durch die vorgegebene Anzahl der Additionen beendet werden. Dazu wird die Anzahl nach jeder Addition um 1 verkleinert. In einem anschließenden Vergleich ist zu überprüfen, ob die Anzahl gleich Null geworden ist. Bei erfüllter Bedingung ist die vorgegebene Anzahl erreicht, bei nichterfüllter Bedingung ist die nächste Addition durchzuführen.

Diese Erweiterungen werden wie folgt in den Programmablaufplan eingearbeitet. Anschließend erfolgt die Eintragung der zusätzlichen Befehlsfolgen in ein Programmformular.

Programmablaufplan:



Programmformular:

Befehls-zähler	Taste	Befehls-code	Bemerkungen
0000	KOMMA	167	
0001	GL	133	
0002	NUM	166	
0003	STOP	163	Eingabe Anzahl der Additionen
0004	x→R	064	
0005	5	105	
0006	GL	133	
0007	STOP	163	Eingabe der zu addierenden Zahl
0008	x→R	064	
0009	3	116	
0010	R→x	063	Addition Register X und
0011	+	126	Datenregister 003
0012	3	116	
0013	PAUSE	164	Anzeige des Ergebnisses
0014	1	076	
0015	R→x	063	
0016	5	105	
0017	x⇄y	066	Ist angegebene Anzahl von
0018	-	125	Addition ausgeführt?
0019	x→R	064	
0020	5	105	
0021	= 0	146	
0022	0	107	Beendigung des Programms,
0023	0	107	wenn angegebene Anzahl von
0024	3	116	Additionen ausgeführt wurde
0025	0	107	
0026	↓	067	Einleitung einer neuen
0027	SPRUNG	143	Addition, wenn angegebene
0028	1	076	Anzahl von Additionen noch
0029	0	107	nicht ausgeführt wurde
0030	↓	067	
0031	ENDE	165	

Bei einer 7maligen Addition der Zahl π betätigen Sie nach Eingabe des Programms folgende Tasten:

SPRUNG ↑ S/T 7 S/T π S/T

Anzeige des Endergebnisses:

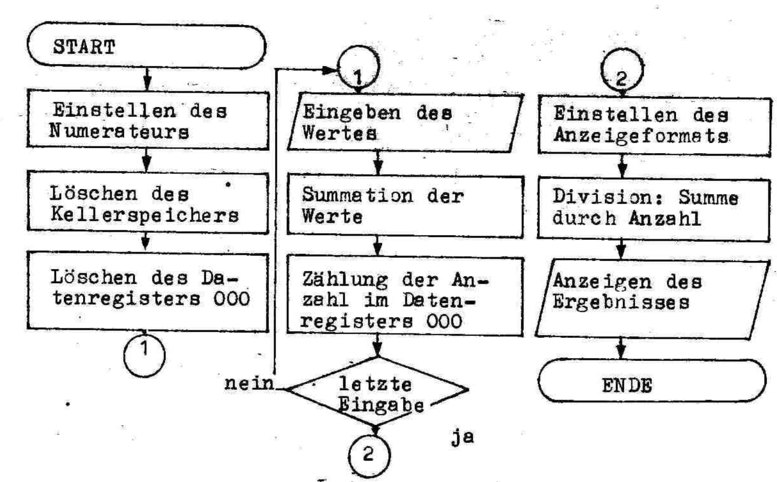
☐☐	☐ 2,5 1 3 2 7 4 1 2 3	☐ 0 1

Beispiel 2:

Durch einen bedingten Sprung soll erreicht werden, daß bei dem im Pkt. 4.5. beschriebenen Beispiel 2 das arithmetische Mittel unmittelbar nach der Eingabe des letzten Wertes errechnet wird, ohne daß ein neues Programm gestartet werden muß.

Dieses Problem können Sie folgendermaßen lösen. Vor dem unbedingten Sprung zur Eingabe eines neuen Wertes ist in die Befehlsfolge ein Befehl SEL einzuordnen. Dadurch wird es möglich, in Abhängigkeit vom Zustand des Selektors, entweder einen neuen Wert einzugeben oder das arithmetische Mittel zu berechnen.

Programmablaufplan:



Programmformular:

Befehls-zähler	Taste	Befehls-code	Bemerkungen
0100	MARKE	155	
0101	ST	137	
0102	NUM	166	
0103	GL	133	
0104	x→R	064	
0105	SEL = 1	154	
0106	STOP	163	Eingabe Wert und [SEL = 0] vor letztem Wert
0107	+	126	
0108	1	076	
0109	x→R	064	
0110	+	126	
0111	x⇄Y	066	
0112	SEL	144	Ist letzter Wert eingegeben?
0113	0	107	Sprung zur Eingabe eines neuen Wertes, wenn Selektor eingeschaltet ist
0114	1	076	
0115	0	107	
0116	6	115	
0117	KOMMA	167	Berechnung des arithmetischen Mittels, wenn Selektor ausgeschaltet ist
0118	3	116	
0119	R→x	063	
0120	:	123	
0121	ENDE	165	

Bedienfolge zur Berechnung des arithmetischen Mittels für die Werte 2,31; 4,27; 5,07 und 1,97:

[STM] [ST] 2,31 [ST] 4,27 [ST] 5,07 [ST] 1,97 [SEL = 0] [ST]

Anzeige: 3,405

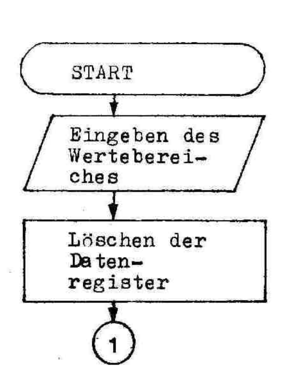
Beispiel 3:

Dieses Beispiel zeigt die Anwendung bedingter und unbedingter Sprünge und vor allem die Vorteile der indirekten Adressierung von Datenregistern. Vergleichen Sie in diesem Zusammenhang nochmals den Pkt. 3.6., besonders INDIREKTES SPEICHERN UND ABRUFEN VON ZAHLEN UND INDIREKTE REGISTERARITHMETIK.

Die Aufgabenstellung sieht vor, ein Programm für die Eingabe und Summation beliebiger positiver Zahlen eines Wertebereiches 1 ≤ x < 8 zu schreiben. Dabei sollen die Zahlen mit der gleichen Anfangsziffer addiert werden. Die Summen sind nach der Eingabe der gesamten Zahlenreihe anzuzeigen. Für den Fall, daß der Wertebereich der vorliegenden Zahlenreihe kleiner als der vom Programm realisierbare ist, soll das Programm bei der Anzeige nur diesen Wertebereich berücksichtigen.

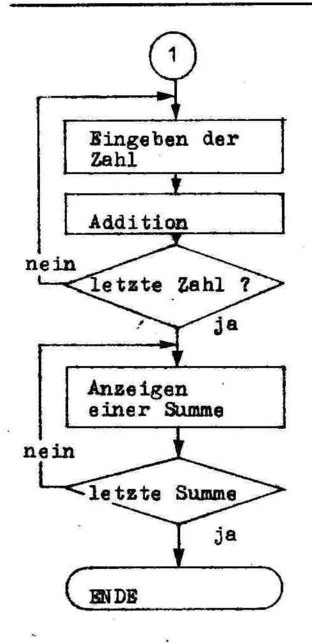
Das Programm ist in Anlage 3 dargestellt. Beachten Sie die Bemerkungen im PROGRAMM-FORMULAR und vergleichen Sie diese mit dem Programmablaufplan.

Programmablaufplan:



Für die Eingabe des Wertebereiches der vorliegenden Zahlenreihe (Befehlszähler 0003) gilt: Für n Summen wird der Wert n + 1 eingegeben.

Das Löschen der durch den Wertebereich vorgegebenen Anzahl von Datenregistern erfolgt unter Anwendung der indirekten Adressierung. Vergleichen Sie dazu die Befehlsfolge von Befehlszähler 0006 bis 0029.



Das Sortieren der eingegebenen Zahlen mit anschließender Summation in dem durch die erste Ziffer der Zahl bestimmten Datenregister wird so durchgeführt, daß die Zahl selbst in das für die indirekte Adressierung verwendete Datenregister 000 eingespeichert wird und somit als Adresse dient.

Dieser Vorgang wird von Befehlszähler 0030 bis 0040 dargestellt.

Überprüfen Sie das Programm mit der Zahlenreihe 1,2; 2,05; 3,79; 2,3; 4,21; 4,79; 3,00; 1,33; 4,05; 3,25; 3,81; 4,8; 2,71; 3,59; 1,25. Für diese Zahlenreihe sind n = 4 Summen anzuzeigen.



Angezeigt werden für die Dauer einer Sekunde die Summen 3,78; 7,06; 17,44 und 17,85.

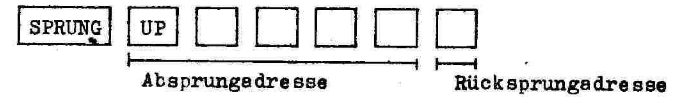
4.7. Unterprogrammtechnik

- Unterprogramme sind selbständige Programmteile, die nur einmal im Programmspeicher stehen und von einem Hauptprogramm beliebig oft benutzt werden können.

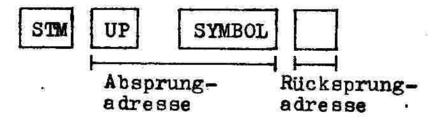
- Ein Unterprogramm ist am Ende durch den Befehl UP gekennzeichnet.

- Für den Aufruf eines Unterprogramms gibt es folgende Adressierungsmöglichkeiten:

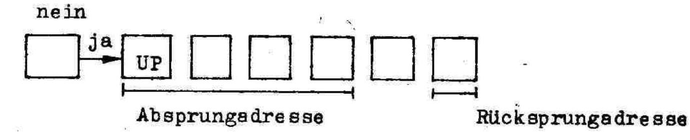
  - Unbedingter Sprung, absolute Adresse



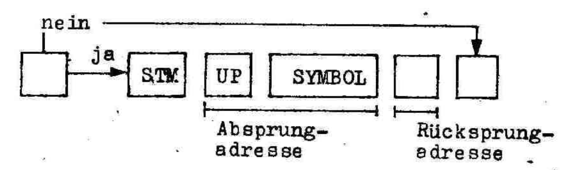
  - Unbedingter Sprung, symbolische Adresse



  - Bedingter Sprung, absolute Adresse



- Bedingter Sprung, symbolische Adresse



- Für die Abspeicherung des Befehls UP wird die Taste [UP] verwendet.

- In einem Unterprogramm darf kein Aufruf eines anderen Unterprogramms erfolgen.

- Durch [SPRUNG] [m] [ST] oder [STM] [SYMBOL] kann jedes am Ende durch UP gekennzeichnete Programm manuell gestartet werden.
  Des Programm wird durch UP beendet.

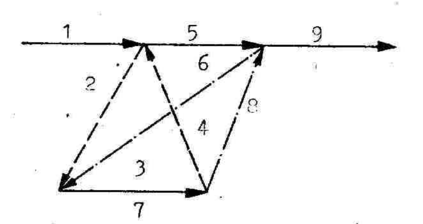
Der Rechner gestattet die Anwendung der Unterprogrammtechnik.

Unterprogramme sind abgeschlossene Programmteile, die vom Hauptprogramm beliebig oft benutzt werden können. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, daß mehrere Hauptprogramme das gleiche Unterprogramm verwenden.

Wesentliche Vorteile sind die mehrfache Nutzung einmal erarbeiteter Programme und die Einsparung von Programmspeicherkapazität.

An jeder Stelle im Hauptprogramm kann, bedingt oder unbedingt, zu einem Unterprogramm gesprungen werden. Es sind sowohl absolute als auch symbolische Adressen für den Aufruf dieser Unterprogramme zugelassen. Nach der Aberbeitung des Unterprogramms wird das Hauptprogramm automatisch unmittelbar nach der Absprungadresse fortgesetzt.

Hauptprogramm:

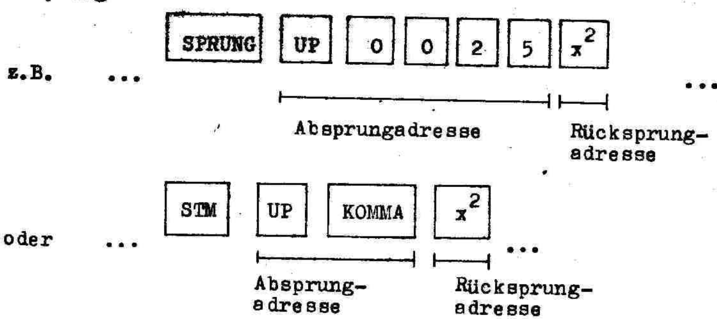


Unterprogramm:

Bei der Nutzung von Unterprogrammen müssen Sie beachten, daß in die Absprungadresse im Hauptprogramm ein Befehl UP einzufügen ist. Dazu ist die Taste [UP] vorgesehen. Jedes Unterprogramm muß durch einen Befehl UP, der die Rückkehr zum Hauptprogramm auslöst, abgeschlossen werden.

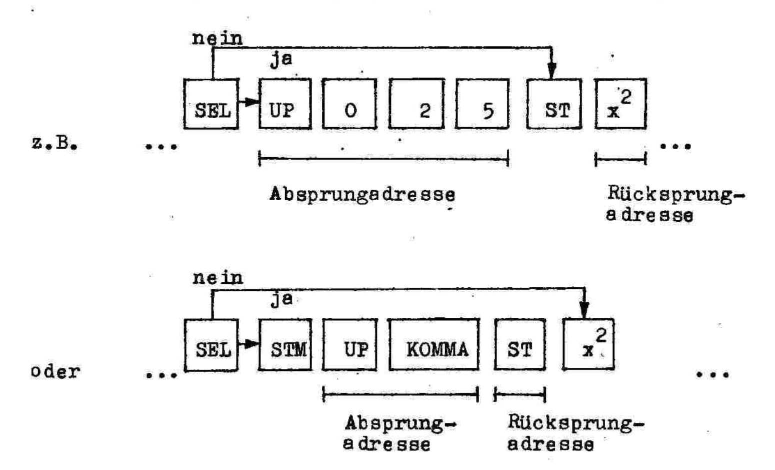
Für die Adressierung von Unterprogrammen und für die Fortsetzung des Hauptprogramms nach der Abarbeitung des Unterprogramms sind folgende Regeln einzuhalten:

- **Adressierung von Unterprogrammen bei einem unbedingten Sprung**



In beiden Fällen wird durch unbedingten Sprung ein Unterprogramm gestartet. Die Anfangsadressen sind 0025 bzw. MARKE KOMMA. Nach der Abarbeitung des Unterprogramms erfolgt die Fortsetzung des Programms mit dem Befehl x^2.

- Adressierung von Unterprogrammen bei einem bedingten Sprung



In beiden Fällen wird bei erfüllter Bedingung ein Unterprogramm gestartet, das bei 0025 bzw. bei MARKE KOMMA beginnt. Nach der Rückkehr aus dem Unterprogramm wird x^2 berechnet. Soll auch bei nicht erfüllter Bedingung mit x^2 weitergerechnet werden, wird der Befehl ST in die Befehlsfolge eingefügt. Der Befehl ST wirkt bei der Abarbeitung als Leerbefehl.

Jedes Programm, das am Ende durch einen Befehl UP gekennzeichnet ist, kann durch eine Tastenfolge SPRUNG [m] ST oder STM [SYMBOL] gestartet werden. Die Abarbeitung wird mit dem Befehl UP beendet. Diese Möglichkeit können Sie vor allem beim Test Ihrer Programme nutzen, da Sie die Unterprogramme als selbständige Programmteile überprüfen können. Gleichzeitig wird dadurch die Nutzung des Unterprogramms als Hauptprogramm ermöglicht.

Wie Sie erkennen, hat der Befehl UP drei verschiedene Funktionen:

- In Verbindung mit Sprüngen (SPRUNG, STM, ≥ 0, = 0, < 0, SEL) kennzeichnet UP den Übergang in ein Unterprogramm.
- Am Ende eines Unterprogramms führt UP zum automatischen Rücksprung an die Stelle des Hauptprogramms, wo es verlassen wurde.
- In allen anderen Fällen beendet UP den Zustand PROGRAMMIERTES RECHNEN.

Hieraus folgen einige wichtige Hinweise, die Sie unbedingt beachten müssen.

HINWEIS 1

In einem Unterprogramm darf kein Sprung zu einem weiteren Unterprogramm enthalten sein.

(Es besteht dann keine Möglichkeit, in das Hauptprogramm zurückzukehren.)

HINWEIS 2

In einem Hauptprogramm darf UP nur im Zusammenhang mit Sprüngen verwendet werden (sonst wird das Programm beendet).

HINWEIS 3

Jedes Unterprogramm muß durch einen Rücksprung ins Hauptprogramm beendet werden.

Wird diese Bedingung nicht erfüllt, führt die nachfolgende Nutzung eines Programms, am Ende mit UP gekennzeichnet, zu einem Fehler. Dieser Fall tritt zum Beispiel dann ein, wenn ein durch die Taste [STOP] oder den Befehl STOP unterbrochenes Unterprogramm nicht wieder gestartet wird.

Beispiel:
Es ist der Wert a mit Hilfe der Gleichung $a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$ zu berechnen.

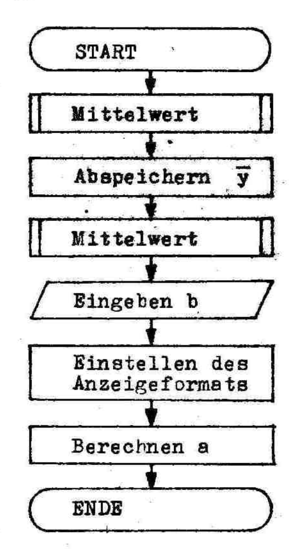
Dabei sind $\overline{y}$ und $\overline{x}$ Mittelwerte, die für eine beliebige Anzahl von Wertepaaren y_i und x_i stehen.

Bei der Lösung des Problems ist das in Pkt. 4.6. (Beispiel 2) beschriebene Programm für die Berechnung des arithmetischen Mittels als Unterprogramm zu nutzen.

Außer den Wertepaaren x_i y_i ist der Wert b gegeben. Das Ergebnis a ist im Gleitkommaformat anzuzeigen.

Bevor Sie das in Pkt. 4.6. beschriebene Programm als Unterprogramm verwenden können, ist der Befehl ENDE gegen den Befehl UP (Befehlszählerstand 0121) auszutauschen.

Programmablaufplan:



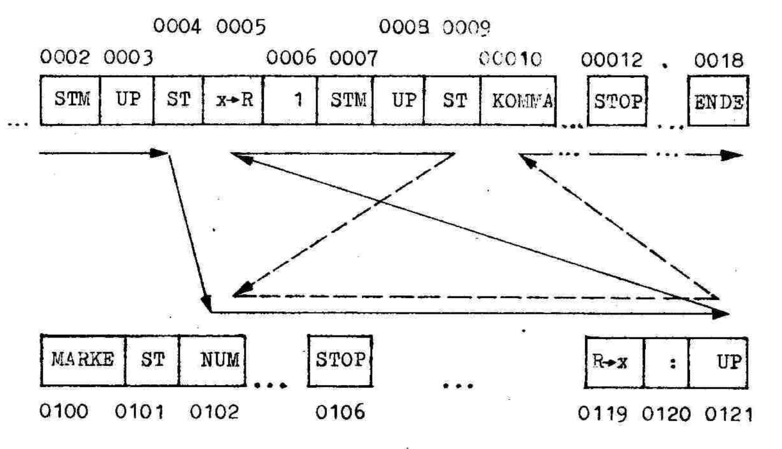
Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Sektion Mathematik
22 Greifswald
Friedrich-Ludwig-Jahn-Straße 15a

Programmformular:

Befehls-zähler	Taste	Befehls-code	Bemerkungen
0000	MARKE	155	Symbolische Adresse des Programms $a = \bar{y} - b \cdot x$
0001	NUM	166	
0002	STM	135	Aufruf des Unterprogramms MARKE ST zur Berechnung von $\bar{y}$
0003	UP	156	
0004	ST	137	
0005	x→R	064	Abspeichern von $\bar{y}$ im Datenregister 001
0006	1	076	
0007	STM	135	Aufruf des Unterprogramms MARKE ST zur Berechnung von $\bar{x}$
0008	UP	156	
0009	ST	137	
0010	KOMMA	167	
0011	NUM	166	
0012	STOP	163	Eingabe von b
0013	•	124	
0014	R→x	063	
0015	1	076	
0016	x⇄y	066	
0017	-	125	Berechnung von a
0018	ENDE	165	

Verfolgen Sie die Unterprogrammtechnik in der grafischen Darstellung:

Hauptprogramm:



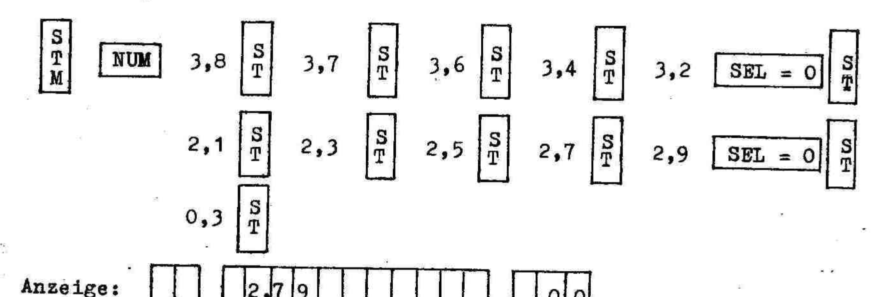
Unterprogramm:

Das Hauptprogramm ruft das Unterprogramm durch die Befehlsfolge STM UP ST mit der symbolischen Adresse MARKE ST auf. Beim Befehlszähler 0106 wird das Unterprogramm angehalten, um einen y-Wert einzugeben. Nach der Berechnung von y erfolgt durch den Befehl UP der Rücksprung in das Hauptprogramm an den Befehlszähler 0005. Durch eine weitere Befehlsfolge STM UP ST wird das Unterprogramm nochmals angesprungen, um /x zu berechnen (bei Befehlszähler 0106 werden jetzt die x-Werte eingegeben). Nach der Abarbeitung des Unterprogramms wird das Hauptprogramm mit dem Befehl KOMMA fortgesetzt. Der Befehl STOP (Befehlszähler 0012) unterbricht das Hauptprogramm, um b einzugeben.

Berechnen Sie a für b = 0,3 und

x	y
2,1	3,8
2,3	3,7
2,5	3,6
2,7	3,4
2,9	3,2

Tastenfolge:

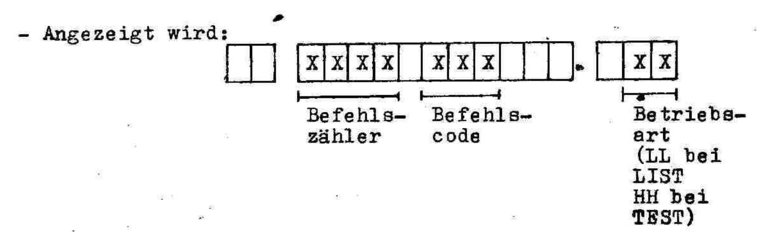


Anzeige: 2,79 .00

4.8.
Programmtest und Programmkorrektur

- Für den Programmtest stehen die Betriebsarten LIST und TEST zur Verfügung, die durch die Tasten [LIST] und [TEST] ein- und ausgeschaltet werden.

  - Angezeigt wird:



- Bei LIST wird das Programm Befehl für Befehl in der Reihenfolge der Abspeicherung angezeigt.

  - Bedienvorgang bei absoluter Adressierung:

    [SPRUNG] [m] [LIST], dann [SCHRITT] bewirkt schrittweise Anzeige der Befehle ab Adresse m.
    [SPRUNG] [m] [LIST], dann [S/T] bewirkt automatischen Druck aller Befehle ab Adresse m.

  - Bedienvorgang bei symbolischer Adressierung:

    [LIST] [S/T/M] [SYMBOL] bewirkt automatische Anzeige aller Befehle ab symbolische Adresse.

- Die Beendigung des automatischen LIST-Vorganges erfolgt durch die Taste [STOP] oder bei Programmspeicherende.

Bei TEST wird das Programm Befehl für Befehl in der Reihenfolge der Abarbeitung ausgeführt und angezeigt.

- Bedienvorgang bei absoluter Adressierung:

  [SPRUNG] [m] [TEST] , dann [SCHRITT] bewirkt Abarbeitung des angezeigten Befehls (Adresse m) und Anzeige des nächsten Befehls.

  [SPRUNG] [m] [TEST] , dann [S T] bewirkt automatische Abarbeitung und Anzeige aller Befehle ab Adresse m.

- Bedienvorgang bei symbolischer Adressierung:

  [TEST] [S T M] [SYMBOL] bewirkt automatische Abarbeitung und Anzeige aller Befehle ab symbolische Adresse.

- Die Beendigung des automatischen TEST-Vorgangs erfolgt durch die Taste [STOP] , die Befehle STOP und ENDE oder infolge eines Fehlers.

- Bei den automatischen Abläufen wird jeder Befehl eine Sekunde lang angezeigt.

- Die Taste [SCHRITT] bewirkt beim PROGRAMMIERTEN RECHNEN die Abarbeitung eines Befehls und die Anzeige des Ergebnisses im Register X.

- Die Programmkorrektur erfolgt durch Überschreiben des Programmspeichers mit neuen Befehlen.

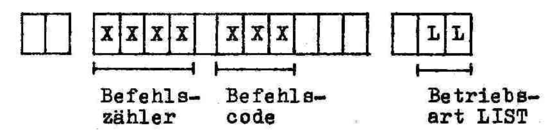
Bei der Programmierung treten häufig Fehler auf. Diese können schon in der gedanklichen Lösung vorhanden sein oder auch erst beim Eintasten des Programms durch Bedienfehler entstehen.
Ihr Rechner enthält verschiedene Hilfsmittel, um Fehler dieser Art zu erkennen und zu beseitigen.
Vergleichen Sie dazu auch die Ausführungen im Abschnitt 7.

ÜBERPRÜFUNG DER REIHENFOLGE DER EINGEGEBENEN BEFEHLE

Mit der Betriebsart LIST kann das Programm in der Reihenfolge der Abspeicherung Befehl für Befehl angezeigt werden. Durch Vergleich mit dem Programmformular ist sehr schnell erkennbar, ob das Programm richtig eingetastet wurde bzw. an einer vorgesehenen Stelle im Programmspeicher der richtige Befehl steht.

Die Betriebsart LIST wird durch die Taste [LIST] ein- und ausgeschaltet. Ein Ausschalten ist auch mit den Tasten [TEST] oder [PROGR EING] möglich. Dadurch erfolgt gleichzeitig die Einschaltung der Betriebsarten TEST oder PROGRAMMEINGABE.

Während der Betriebsart LIST erscheint folgende Anzeige:



Wollen Sie Ihr Programm in der Betriebsart LIST testen, beachten Sie zunächst folgende Bedienvorgänge:

Mit [SPRUNG] [m] stellen Sie den Befehlszähler an die Stelle, an der Sie mit dem Testvorgang beginnen wollen. Danach drücken

Sie LIST . In der Anzeige erscheint der Befehlscode, der an der Adresse m abgespeichert ist. Durch wiederholtes Betätigen der Taste SCHRITT können Sie sich nacheinander alle Befehle in der Reihenfolge der Abspeicherung anzeigen. Den automatische Druck aller Befehle erreichen Sie durch die Taste ST .

Ist Ihr Programm symbolisch adressiert, so können Sie mit LIST STM SYMBOL die automatische Anzeige der Befehle des Programms auslösen. Der erste angezeigte Befehl ist der der symbolischen Adresse MARKE SYMBOL folgende Befehl. Die automatischen Abläufe werden durch die Taste STOP oder Erkennen von Programmspeicherende beendet. Im letzten Fall wird der Fehlerhinweis FO (vgl. Abschnitt 8) angezeigt.

Überprüfen Sie, ob bei dem in Pkt. 4.6., Beispiel 2, angegebenen Programm zur Berechnung des arithmetischen Mittels die Adresse 0106 ab Befehlszähler 0113 in der richtigen Reihenfolge abgespeichert ist.

Bedienfolge: SPRUNG 0113 LIST

Anzeige: 0113 107 LL

Betätigen Sie dreimal die Taste SCHRITT , so werden nacheinander die Befehlscodes 076, 107 und 115 angezeigt. Diese vier angezeigten Befehle sind die Adresse 0106.

In einem weiteren Beispiel können Sie das Programm für die Berechnung der Gleichung $a = \overline{y} - b \cdot \overline{x}$ (vgl. Pkt. 4.7.) auf seine Vollständigkeit testen.

Nach der Tastenfolge [LIST] [S T M] [NUM] erscheint als erste

Anzeige: [|] [|0|0|0|2| |1|3|5| | |] [| |L|L]

Nach der Anzeige [|] [|0|0|1|8| |1|6|5| | |] [| |L|L]

können Sie den automatischen Ablauf durch die Taste [STOP] beenden.

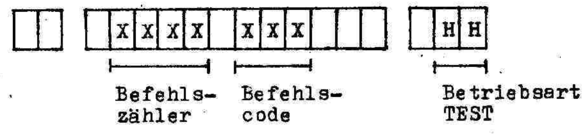
ÜBERPRÜFUNG DER ABARBEITUNG DER BEFEHLSFOLGE

Eine weitere Möglichkeit zur Überprüfung ist die Abarbeitung des Programms in der Betriebsart TEST.

Im Gegensatz zur Betriebsart LIST werden hierbei die einzelnen Befehle ausgeführt und in der Reihenfolge ihrer Abarbeitung angezeigt. Damit eignet sich diese Testmöglichkeit besonders für die Überprüfung von Sprüngen und Programmschleifen. Da bei Ausschaltung der Betriebsart TEST nicht mehr der Befehl, sondern der Inhalt des Registers X angezeigt wird, läßt sich auf diese Weise auch sehr einfach der Fortgang der Rechnung im Register X verfolgen.

Die Betriebsart TEST wird durch die Taste [TEST] ein- und ausgeschaltet. Eine Ausschaltung ist weiterhin mit Hilfe der Tasten [LIST] oder [PROGR EING] möglich, wodurch gleichzeitig die Einschaltung der Betriebsarten LIST und PROGRAMMEINGABE erfolgt.

Während der Betriebsart TEST erscheint folgende Anzeige:



Bedienung im TEST-Betrieb:

Mit der Tastenfolge [SPRUNG] [m] [TEST] wird der Befehlszähler an die Stelle gestellt, wo mit dem Testvorgang begonnen werden soll. Gleichzeitig wird die Betriebsart TEST eingeschaltet. In der Anzeige erscheint der Befehlscode, der an der Adresse m abgespeichert ist. Durch Betätigen der Taste [SCHRITT] wird der angezeigte Befehl ausgeführt und der in der Reihenfolge der Abarbeitung nächste Befehl angezeigt. Diese schrittweise Ausführung der Befehle können Sie auch an Hand der Veränderung des Registers X verfolgen, wenn Sie die Taste [TEST] drücken und somit abwechselnd die Betriebsarten TEST und MANUELLES RECHNEN ein- und ausschalten.

Im MANUELLEN RECHNEN bewirkt die Taste [SCHRITT] ebenfalls die Ausführung eines Befehls.

Betätigen Sie in der Betriebsart TEST die Taste [ST], so erfolgt die automatische Ausführung und Anzeige von Befehlen. Dabei wird jeder Befehl vor der Ausführung für die Dauer einer Sekunde angezeigt.

Arbeiten Sie mit symbolisch adressierten Programmen, so können Sie mit der Tastenfolge [TEST] [STM] [SYMBOL] die automatische Abarbeitung und Anzeige des Programms starten. Beachten Sie, daß in der Betriebsart TEST der am eingestellten Befehlszähler stehende Befehl ausgeführt aber nicht angezeigt wird. Angezeigt wird der nachfolgende Befehl. Also erscheint der unmittelbar nach der symbolischen Adresse stehende nicht in der Anzeige.

Die automatischen Abläufe werden entweder durch die Taste [STOP], durch die Befehle STOP bzw. ENDE oder durch einen aufgetretenen Fehler (vgl. Abschnitt 8) beendet.

Obwohl der Start einer Befehlsfolge bei jedem beliebigen Befehlszählerstand möglich ist, sollte der TEST-Betrieb mit dem ersten Befehl des Programms beginnen. Hierdurch wird ein Programmablauf unter stets gleichen Bedingungen gesichert.

HINWEIS:

Wird durch Betätigen der Taste [SCHRITT] in der Betriebsart TEST oder MANUELLES RECHNEN ein Befehl STM oder ST abgearbeitet, so wird ab dieser Stelle ein Programm gestartet. Die Fortführung des Schrittbetriebes ist erst nach Ende des automatischen Ablaufs möglich.

Beispiele für die Programmüberprüfung in der Betriebsart TEST:

Beispiel 1:

Test des Programms für die Formel $(\pi + \sqrt{a + 3})^2$ (vgl. Pkt. 4.1.).

Durch [SPRUNG] [↑] [TEST] wird der Befehlszähler an den Programmanfang gestellt und die Betriebsart TEST eingeschaltet.

Anzeige: [ ][ ] [0][0][0][0][ ][1][6][3][ ][ ][ ] [ ][H][H]

Als erster Befehl wird der Befehl STOP angezeigt. Beachten Sie jedoch, daß ein angezeigter Befehl noch nicht ausgeführt wurde. Eine Abarbeitung des angezeigten Befehls erreichen Sie durch Betätigen der Taste [SCHRITT]. Damit ist gleichzeitig die Anzeige des nächsten Befehls verbunden.

Anzeige nach [SCHRITT]:

[ ][ ] [0][0][0][1][ ][1][6][7][ ][ ][ ] [ ][H][H]

Jetzt gehen Sie einen Wert für a (z.B. 125) ein.

Durch wiederholtes Betätigen der Taste SCHRITT können Sie an Hand der aufeinanderfolgenden Anzeigen

	0011 127	HH
	0000 163	HH

die Ausführung des unbedingten Sprungs kontrollieren.

Nach Ausschalten der Betriebsart TEST wird das Ergebnis angezeigt

	2,089557314	02

Beispiel 2:

Nach der Abspeicherung des Programms für die Berechnung der Gleichung $a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$ (vgl. Pkt. 4.7.) einschließlich des erforderlichen Unterprogramms wollen Sie überprüfen, ob die Absprünge in das Unterprogramm für die Berechnung von $\bar{y}$ und $\bar{x}$ richtig ausgeführt werden.

Dazu sind folgende Bedienvorgänge erforderlich:

Durch TEST STM NUM wird das Programm in der Betriebsart TEST gestartet.

Als erste Anzeige erscheint:

	0003 156	HH

Nach der Anzeige

	0004 137	HH

wird

	0103 133	HH

angezeigt.

Der Absprung in das Unterprogramm ist erfolgt. Beachten Sie, daß der erste Befehl (NUM) nach der symbolischen Adresse abgearbeitet, aber nicht angezeigt wird.

Bei der Anzeige | | | | 0 | 1 | 0 | 7 | | 1 | 2 | 6 | | | | | H | H |

wird das Programm zur Eingabe der y-Werte angehalten (der Befehl STOP wird ausgeführt, danach wird der Befehl + angezeigt).

Nach der Eingabe einer Zahl (z.B. 4) und Betätigen der Taste [SEL = 0] (dadurch kann der Rücksprung im Hauptprogramm überprüft werden, ohne daß erst eine Zahlenreihe eingegeben werden muß) wird das Programm durch [S T] wieder gestartet.

Nach der Anzeige | | | | 0 | 1 | 2 | 1 | | 1 | 5 | 6 | | | | | H | H |

erfolgt der Rücksprung ins Hauptprogramm, was Sie durch die

Anzeige | | | | 0 | 0 | 0 | 5 | | 0 | 6 | 4 | | | | | H | H |

kontrollieren können.

Verfolgen Sie nach der Anzeige des Befehls ST (137) den erneuten Absprung ins Unterprogramm zur Berechnung von /x. Nach der Eingabe eines Wertes für x (z.B. 3), dem Betätigen von [SEL = 0] und [S T] erfolgt der Rücksprung ins Hauptprogramm.

Das Programm hält zur Eingabe von b an.

Anzeige an der STOP-Stelle:

| | | | 0 | 0 | 1 | 3 | | 1 | 2 | 4 | | | | | H | H |

Nachdem Sie für b beispielsweise 0,5 eingegeben haben, kontrollieren Sie die Berechnung von a im Schrittbetrieb. Dazu können Sie die Betriebsart TEST durch die Taste [TEST] ausschalten. Erscheint in der Anzeige nach 6maligem Betätigen von [SCHRITT]

| | | | 2,5 | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |

dann ist das Programm beendet.

Überprüfen Sie diesen Zustand durch Einschalten der Betriebsart TEST.

Anzeige: | 0 1 | 0 0 1 8 | 1 6 5 | | H H |

ÄNDERUNG EINES PROGRAMMS

Eine Änderung der abgespeicherten Befehlsfolge geschieht ausschließlich durch Überschreiben des Programmspeichers.

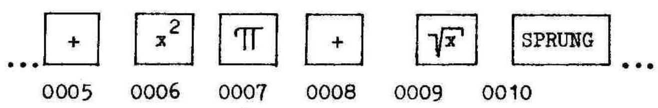
Zunächst ist der Befehlszähler mit [SPRUNG] [m] auf den ersten zu ändernden Befehl zu stellen. Mit [PROGR EING] ist die Betriebsart PROGRAMMEINGABE einzuschalten.

In bezug auf die Anzahl der zu ändernden Befehle werden die folgenden drei Korrekturverfahren unterschieden:

- Korrektur, wenn Anzahl der falschen Befehle mit der Anzahl der richtigen übereinstimmt

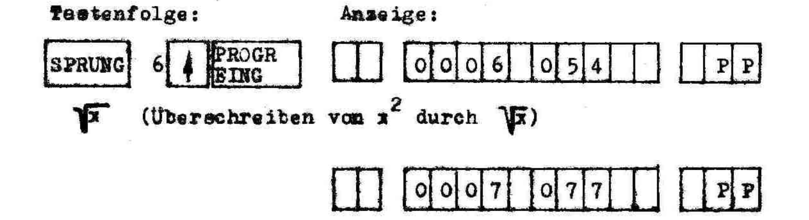
  Beispiel:

  Abgespeicherte Befehlsfolge:



  Durch einen Programmtest wurde festgestellt, daß die Befehle x^2 und $\sqrt{x}$ vertauscht werden müssen.

  Tastenfolge: Anzeige:



SCHRITT SCHRITT (Anzeige des zu überschreibenden Befehls)

	0009	055	PP

x^2 (Überschreiben von $\sqrt{x}$)

	0010	143	PP

Die Programmkorrektur wird durch PROGR EING beendet.

- Korrektur, wenn Anzahl der falschen Befehle größer als die Anzahl der richtigen ist

Beispiel:

Abgespeicherte Befehlsfolge:

...	STOP	R→x	3	.	R→x	...
	0015	0016	0017	0018	0019	

Das Datenregister 003 wird nicht mehr benötigt. Zur Vermeidung einer Neueingabe des Programms werden die Befehle R→x und 3 jeweils durch einen Befehl ST überschrieben.

Tastenfolge: Anzeige:

SPRUNG 16 ↑ PROGR EING

	0016	063	PP

ST ST (Überschreibung R→x, 3 durch ST)

	0018	124	PP

Die Programmkorrektur wird durch PROGR EING beendet.

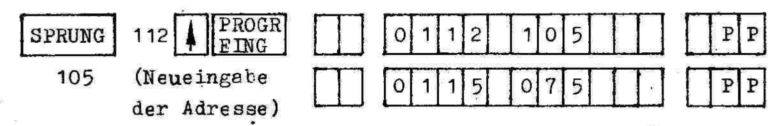
- Korrektur, wenn Anzahl der falschen Befehle kleiner als Anzahl der richtigen ist

Beispiel:

Abgespeicherte Befehlsfolge:

... SPRUNG | 5 | x^2 | R→x | 4 ...

Die Sprungadresse 0005 soll durch 0105 ersetzt werden.



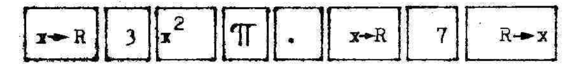
Tastenfolge:	Anzeige:
SPRUNG 112 ↑ PROGR EING	0112 105 PP
105 (Neueingabe der Adresse)	0115 075 PP

Anschließend ist das gesamte Programm ab Befehl x^2 neu einzugeben.

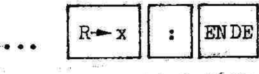
Um eine Neueingabe sehr langer Programme zu vermeiden, können Sie auch folgende Korrekturmöglichkeit nutzen:

Beispiel:

Abgespeicherte Befehlsfolge:



...	x→R	3	x^2	π	.	x→R	7	R→x	...
	0005	0006	0007	0008	0009	0010	0011	0012	



...	R→x	:	ENDE
	0335	0336	0337

Die Datenregisteradresse 3 soll in 13 geändert werden.

Tastenfolge:

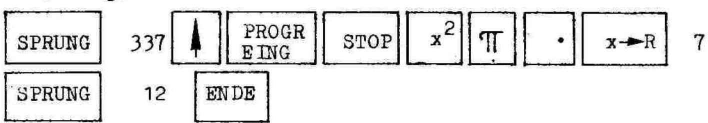
SPRUNG 6 ↑ PROGR EING 13

Dadurch wird der Befehl x^2 überschrieben. Dieser Befehl ist am Ende des Programms abzuspeichern. Zur Abarbeitung von x^2 ist ein unbedingter Sprung ab Befehlszähler 0008 zu programmieren. Bei der Ermittlung der Sprungadresse ist zu berücksichtigen, daß bei Befehlszähler 0337 ein Befehl STOP zur Beendigung des Programms nach den Befehlen R→x : abzuspeichern ist. Die Adresse für x^2 ist 0338.

Durch die Tastenfolge [SPRUNG] 338 [PROGR EING] ist der unbedingte Sprung abgespeichert.

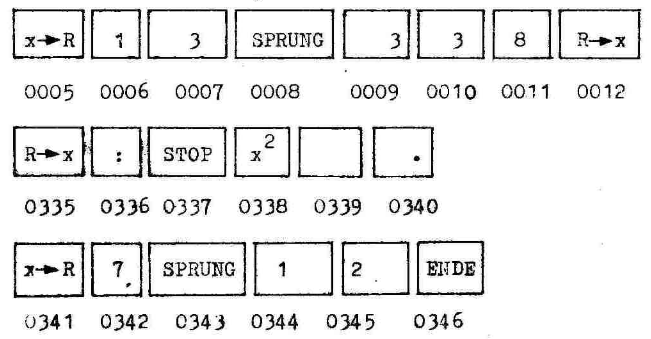
Gleichzeitig wurden jedoch die Befehle π . x→R 7 überschrieben, die nach x^2 am Programmende abzuspeichern sind.

Tastenfolge:



Der unbedingte Sprung an die Adresse 0012 ist erforderlich, um das Programm mit dem Befehl R→x fortzusetzen.

Geänderte Befehlsfolge:



Die korrigierten Programme können Sie in den Betriebsarten LIST oder TEST überprüfen.

5. Funktionsblöcke

5.1. Allgemeines

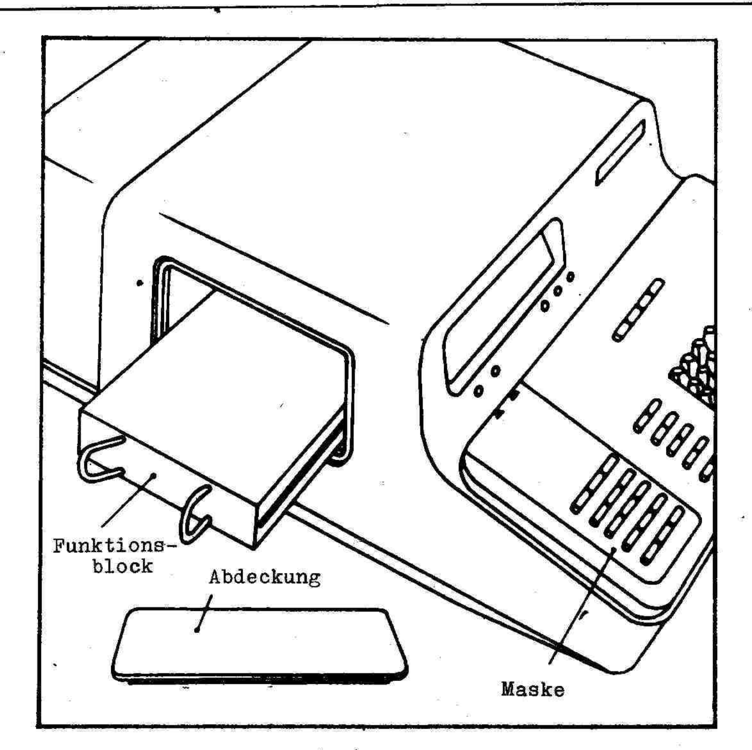
Die Funktionsblöcke enthalten Programme für die Lösung von Funktionen, die durch die linke auf dem Tastenfeld angeordnete Tastengruppe ausgelöst werden können.

Der Austausch der Funktionsblöcke kann vom Bediener unkompliziert vorgenommen werden. (Vergleichen Sie mit dem Bild auf S. 114.)

Beachten Sie beim Austausch folgenden Bedienablauf:

- Schalten Sie den Rechner aus.
- Entfernen Sie die Abdeckung auf der linken Seite des Rechners.
- Ziehen Sie den im Fach 1F (unteres Fach) eingesteckten Funktionsblock heraus.
- Stecken Sie den ausgewählten Funktionsblock bis zum Anschlag in das Fach 1F hinein.
- Schließen Sie die Abdeckung auf der linken Seite des Rechners.
- Wechseln Sie die über die linke Tastengruppe gelegte Maske aus.
- Schalten Sie den Rechner ein.

Zu jedem Funktionsblock wird eine Maske mit der Kennzeichnung der Funktionen, die durch diesen Funktionsplan realisierbar sind, als Zubehör mitgeliefert. Diese Maske wird über die linke Tastengruppe gelegt, wodurch den einzelnen Tasten und den über der Tastengruppe installierten zwei Zustandsanzeigen eine spezifische Bedeutung zugeordnet wird.



5.2.
Funktionsblock Mathematik (Typ 012 - 6051)

- Durch [BOGEN] [GRAD] oder [NEUGR] wird der Wert im Register X in ein Winkelmaß BOGEN, GRAD oder NEUGRAD umgerechnet. Das eingestellte Winkelmaß bleibt bis zu einer erneuten Umschaltung als Zustand erhalten und wird durch die beiden linken Zustandsanzeigen angezeigt.

- Die Tasten [sind x] [cos x] und [tan x] lösen die Berechnung der trigonometrischen Funktion aus. Das Argument x steht im Register X. Der Verrechnung wird das eingestellte Winkelmaß zugrunde gelegt. Das Ergebnis steht

im Register X. Die Register Y und Z werden nicht verändert.

- Zur Berechnung von inversen trigonometrischen Funktionen eines im Register X stehenden Arguments ist unmittelbar vor [sind x] [cos x] oder [tan x] die Taste [K arc→ p] zu betätigen.

  Das Ergebnis wird entsprechend dem eingestellten Winkelmaß angezeigt. Die Register Y und Z werden durch die Operationen nicht verändert.

- Für ein im Register X stehendes Argument wird durch [p hyper→ K] und anschließend [sin x] [cos x] oder [tan x] die Hyperbelfunktion und durch [K arc→ p] [p hyper→ K] und anschließend [sind x] [cos x] oder [tan x] die inverse Hyperbelfunktion berechnet.

  Das Ergebnis wird angezeigt. Die Register Y und Z werden durch diese Operationen nicht verändert.

- Mit einer im Register X stehenden Zahl bewirkt:

  [lg x] die Errechnung des Logarithmus zur Basis 10,

  [ln x] die Errechnung des natürlichen Logarithmus und

  [e^x] die Berechnung der Exponentialfunktion.

  Das jeweilige Ergebnis wird angezeigt. Die Register Y und Z werden durch diese Operationen nicht verändert.

- [int x] berechnet den ganzzahligen Wert der im Register X stehenden Zahl. Die Register Y und Z werden dabei nicht verändert.

- Mit der Taste [$/x/^y$] wird die Potenzierung des Betrages einer im Register X stehenden Zahl mit der im Register Y befindlichen Zahl eingeleitet. Das Register Z wird dadurch nicht verändert. Das Ergebnis wird angezeigt.

Die Fakultät des ganzzahligen Betrages einer im Register X stehenden Zahl wird durch Betätigen der Taste [x !] berechnet und anschließend angezeigt. Die Register Y und Z werden durch diese Operation nicht verändert.

Die Tastenkombination [arc K → p] [KT] wird für die Umwandlung von kartesischen in polare Koordinaten verwendet.

Eingabe: x-Koordinate nach Register X, y-Koordinate nach Register Y

Ergebnis: Radius r in Register X, Winkel im Bogenmaß in Register Y

Die Tastenkombination [hyper p → K] [KT] wird für die Umwandlung von polaren in kartesische Koordinaten verwendet.

Eingabe: Radius r nach Register X, Winkel im Bogenmaß nach Register Y

Ergebnis: x-Koordinate im Register X, y-Koordinate im Register Y

Das Register Z ist nach Ausführung einer Koordinatentransformation im gelöschten Zustand.

Der Funktionsblock MATHEMATIK bietet Ihnen die Möglichkeit, mit Funktionen aus dem technisch-wissenschaftlichen Bereich zu rechnen. Dazu gehören z.B. trigonometrische Funktionen, Logarithmen und Exponentialfunktionen sowie Koordinatentransformationen.

Beachten Sie beim Gebrauch dieses Funktionsblockes, daß die den einzelnen Funktionen zugeordneten Wertebereiche nicht überschritten werden. Bei Nichteinhaltung erscheint eine Fehleranzeige. Diese Wertebereiche sind im Abschnitt 8 aufgeführt.

WINKELMASSE

Mit den Tasten [BOGEN] [GRAD] oder [NEUGR] erfolgt die Umrechnung der im Register X stehenden Zahl in ein Winkelmaß BOGEN, GRAD oder NEUGRAD. Für die Anzeige des gültigen Winkelmaßes werden die beiden oberhalb des linken Tastenblocks befindlichen Zustandsanzeigen verwendet. Die Betätigung der Taste [GRAD] schaltet die Zustandsanzeige GRAD ein. Durch [NEUGR] wird die Zustandsanzeige NEUGR eingeschaltet. Nach [BOGEN] sind beide Zustandsanzeigen ausgeschaltet.

Das eingestellte Winkelmaß ist gültig bis zur Einschaltung eines anderen Winkelmaßes.

Mit der Einschaltung des Rechners wird das Winkelmaß BOGEN eingestellt.

Verfolgen Sie die Umrechnungen am Beispiel der Eingabe der Zahl π .

Tastenfolge:	Zustandsanzeigen: GRAD	NEUGR	Anzeige:	
[LÖ] [BOGEN] [π]	○	○	3,14159265 3	00
[GRAD]	(X)	○	1,8	02
[NEUGR]	○	(X)	2,	02
[BOGEN]	○	○	3,14159265 3	00

Die im Bogenmaß eingegebene Zahl π wird durch [GRAD] in 180° (Altgrad) bzw. durch [NEUGR] in 200^g (Neugrad) umgerechnet. Das jeweils gültige Winkelmaß wird angezeigt.

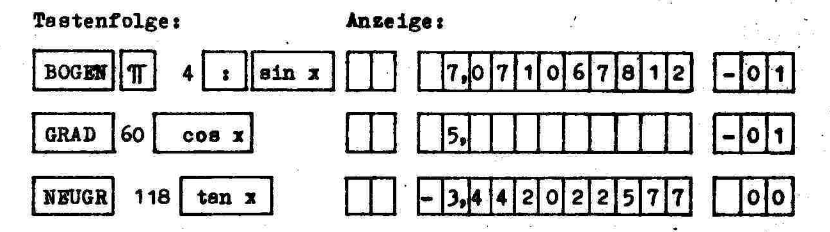
TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Zur Berechnung von trigonometrischen Funktionen eines im Register X stehenden Arguments werden die Tasten [sin x] [cos x] und [tan x] verwendet. Vor dem Betätigen einer dieser Tasten ist das Argument in das Register X einzugeben. Dabei ist das eingestellte Winkelmaß zu beachten.

Das Ergebnis der durch [sin x] [cos x] oder [tan x] ausgelösten Berechnung wird angezeigt. Die Werte in den Registern Y und Z bleiben durch diese Operationen unverändert.

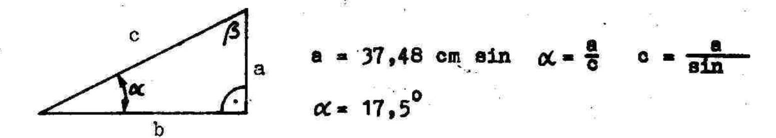
Beispiele:

Berechnen Sie nacheinander den Sinus von $\frac{\pi}{4}$, den Cosinus von 60° (Altgrad) und den Tangens von 118^g (Neugrad).



Tastenfolge:	Anzeige:
[BOGEN] [π] 4 [:] [sin x]	7,071067812 -01
[GRAD] 60 [cos x]	5, -01
[NEUGR] 118 [tan x]	-3,442022577 00

Berechnen Sie in einem weiteren Beispiel die Seite c eines gegebenen rechtwinkligen Dreiecks



a = 37,48 cm sin $\alpha = \frac{a}{c}$ $c = \frac{a}{\sin}$

$\alpha = 17{,}5^{\circ}$

Tastenfolge:

[GRAD] 37,48 [↑] 17,5 [sin x] [:]

Anzeige: [ ][ ] [ ][1,][2][4][6][4][0][0][9][6][9] [ ][0][2]

INVERSE TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Zur Berechnung der inversen trigonometrischen Funktion eines im Register X stehenden Arguments ist unmittelbar vor [sin x] [cos x] oder [tan x] die Taste [K $\xrightarrow{arc}$ P] zu drücken.

Das Ergebnis der jeweiligen Funktion arc sin x, arc cos x oder arc tan x wird entsprechend dem eingeschalteten Winkelmaß angezeigt.

Die Werte in den Registern Y und Z werden durch diese Operationen nicht verändert.

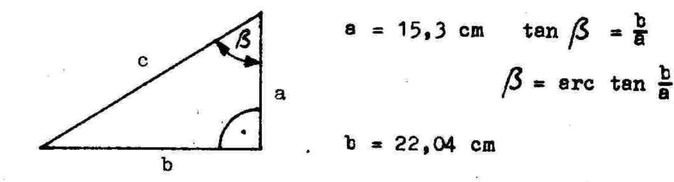
Beispiele:

Berechnen Sie den Winkel in NEUGRAD, dessen Arcussinus 0,5 ist.

Tasten: Anzeige:

[NEUGR] 0,5 [K $\xrightarrow{arc}$ P] [sin x] [ ][ ] [3,][3][3][3][3][3][3][3][3][3] [ ][0][1]

Berechnen Sie den Winkel β eines gegebenen rechtwinkligen Dreiecks in GRAD.



$\tan \beta = \frac{b}{a}$

$\beta = \text{arc} \tan \frac{b}{a}$

Tastenfolge:

[GRAD] 22,04 [↑] 15,3 [:] [K arc→ p] [tan x]

Anzeige: [ ][ ] [ ][5,][5][2][3][1][9][1][3][3][1] [ ][0][1]

HYPERBELFUNKTION

Zur Berechnung der Hyperbelfunktion eines im Register X stehenden Arguments ist unmittelbar vor [sin x] [cos x] oder [tan x] die Taste [p hyper→ K] zu drücken.

Das Ergebnis der jeweiligen Funktion sin h x, cos h x oder tan h x wird angezeigt. Die Werte in den Registern Y und Z werden nicht verändert.

Beispiel:

Berechnen Sie den tan h 0,23071

Tastenfolge Anzeige:

0,23071 [p hyper→ K] [tan x] [ ][ ] [ ][2,][2][6][7][0][1][9][7][1][ ] [-][0][1]

INVERSE HYPERBELFUNKTION

Zur Berechnung der inversen Hyperbelfunktion eines im Register X stehenden Argumentes sind unmittelbar vor [sin x] [cos x] oder [tan x] die Tasten [p hyper→ K] und [K arc→ p] zu drücken.

Die Reihenfolge der beiden letztgenannten Tasten ist nicht festgelegt.

Das Ergebnis der betreffenden Funktion arc sin h x, arc cos h x oder arc tan h x wird angezeigt. Die Werte in den Registern Y und Z bleiben durch diese Operation unverändert.

Beispiel:

Berechnen Sie den arc sin h - 0,8115

Tastenfolge:

[+/-] 0,8115 [p arc k] [p hyper k] [sin x]

Anzeige: [ ][ ] [-7,416230807] [-01]

LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKTIONEN

Die Tasten [lg x] [ln x] und [e^x] bewirken eine Verrechnung des im Register X stehenden Wertes ohne Veränderung der Register Y und Z.

Es werden folgende Operationen ausgelöst:

[lg x] Errechnung des Logarithmus zur Basis 10

[ln x] Errechnung des natürlichen Logarithmus

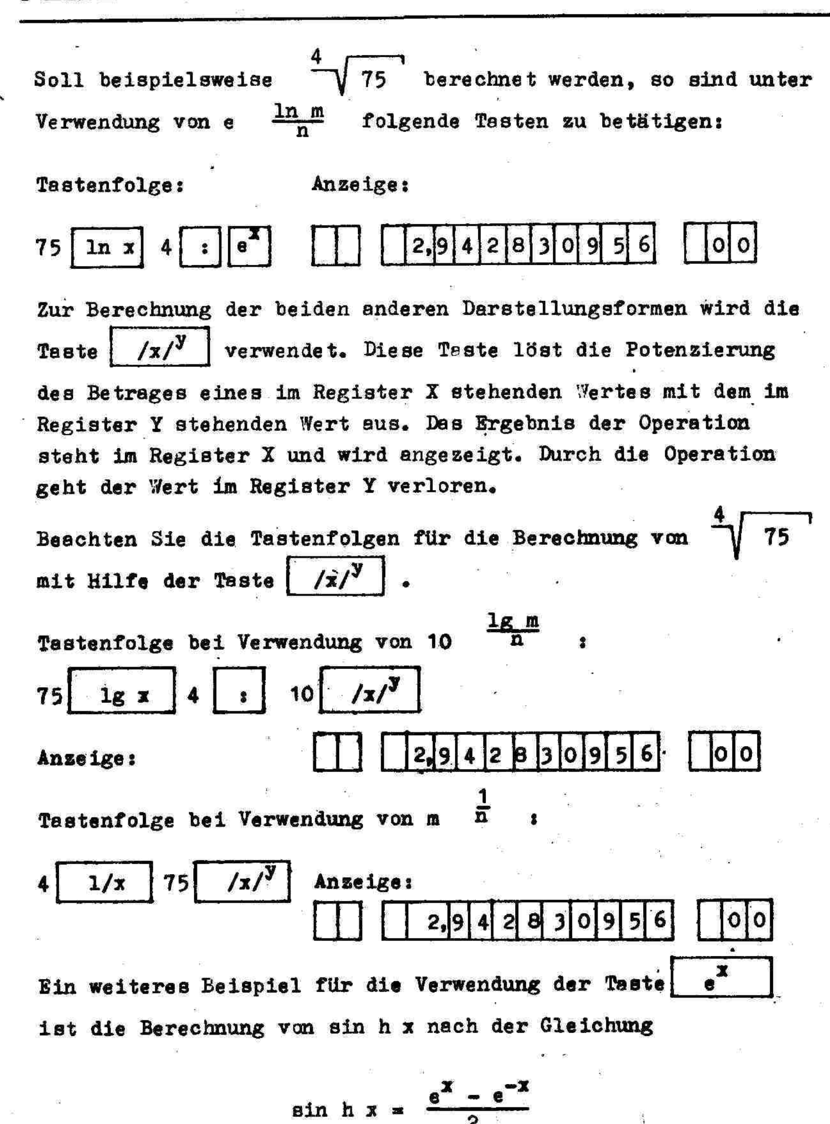
[e^x] Berechnung der Exponentialfunktion

Das jeweilige Ergebnis wird in das Register X transportiert und angezeigt.

Beispiel:

Berechnen Sie den Ausdruck $\sqrt[n]{m}$. Der Funktionsumfang des Rechners läßt eine unmittelbare Berechnung dieses Ausdruckes nicht zu. Aus diesem Grund ist zunächst eine andere Darstellung zu wählen.

$$\sqrt[n]{m} = e^{\frac{\ln m}{n}} = 10^{\frac{\lg m}{n}} = m^{\frac{1}{n}}$$



Soll beispielsweise $\sqrt[4]{75}$ berechnet werden, so sind unter Verwendung von $e^{\frac{\ln m}{n}}$ folgende Tasten zu betätigen:

Tastenfolge: Anzeige:

75 [ln x] 4 [:] [e^x]   [ ][ ] [ ][2,][9][4][2][8][3][0][9][5][6] [ ][0][0]

Zur Berechnung der beiden anderen Darstellungsformen wird die Taste [$/x/^y$] verwendet. Diese Taste löst die Potenzierung des Betrages eines im Register X stehenden Wertes mit dem im Register Y stehenden Wert aus. Das Ergebnis der Operation steht im Register X und wird angezeigt. Durch die Operation geht der Wert im Register Y verloren.

Beachten Sie die Tastenfolgen für die Berechnung von $\sqrt[4]{75}$ mit Hilfe der Taste [$/x/^y$].

Tastenfolge bei Verwendung von $10^{\frac{\lg m}{n}}$:

75 [lg x] 4 [:] 10 [$/x/^y$]

Anzeige: [ ][ ] [ ][2,][9][4][2][8][3][0][9][5][6] [ ][0][0]

Tastenfolge bei Verwendung von $m^{\frac{1}{n}}$:

4 [1/x] 75 [$/x/^y$] Anzeige:

[ ][ ] [ ][ ][2,][9][4][2][8][3][0][9][5][6] [ ][0][0]

Ein weiteres Beispiel für die Verwendung der Taste [e^x] ist die Berechnung von sin h x nach der Gleichung

$$\sin h\, x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$$

Für x = 0,5 sind folgende Tasten zu betätigen:

Tastenfolge: 0,5 [e^x] 0,5 [+/-] [e^x] [-] 2 [:]

Anzeige: [ ][ ] [ ][5,][2][1][0][9][5][3][0][5][5] [-][0][1]

Überprüfen Sie diese Anzeige, indem Sie für die Berechnung die Tasten [hyper p→K] und [sin x] verwenden.

Breite Anwendung finden die obengenannten Funktionen in der Zinsrechnung. Beispiele dafür sind die Berechnung des Zinseszins und der Anzahl der Jahre, da durch den Zinseszins ein bestimmter Betrag erreicht werden soll.

Berechnen Sie unter Zugrundelegung der Zinseszinsrechnung, wie sich ein Anfangsbetrag K_o von 2300 M in n = 8 Jahren bei p = 3,25 % Zinsen erhöht. Der auf zwei Nachkommastellen gerundete Endbetrag K_n ergibt sich zu

$$K_n = K_o \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = 2300 \cdot \left(1 + \frac{3,25}{100}\right)^8$$

Tastenfolge:

[KOMMA] 2 3,25 [↑] 100 [:] 1 [+] 8 [X⇄Y] [$/x/^y$]
2300 [•]

Anzeige des Endbetrages:

[ ][ ] [ ][ ][ ][ ][ ][2][9][7][0.][6][3] [ ][ ]

Berechnen Sie nun, in wieviel Jahren sich ein Anfangsbetrag K_o von 350 M bei p = 3,25 % Zinsen verdreifacht.

K_n ist demzufolge 1050 M.

$$n = \frac{\lg K_n - \lg K_o}{\lg\left(1 + \frac{p}{100}\right)} = \frac{\lg 1050 - \lg 350}{\lg\left(1 + \frac{3,25}{100}\right)}$$

Tastenfolge:

1050 [lg x] 350 [lg x] [-] 3,25 [↑] 100 [:] 1 [+]
[lg x] [:]

Anzeige der Anzahl der Jahre:

34,35

GANZZAHLIGER WERT EINER ZAHL

Das Betätigen der Taste [int x] führt zur Berechnung des ganzzahligen Wertes der im Register X stehenden Zahl. Die Register Y und Z werden durch diese Operation nicht verändert. Das Vorzeichen bleibt erhalten.

Beispiele:

Tastenfolge:	Anzeige:
[KOMMA] [3] 17,325 [int x]	17,000
[KOMMA] [,] [+/-]	
2246,79 [int x]	-2,246 03

Beachten Sie, daß bei der Errechnung des ganzzahligen Wertes einer Gleitkommazahl die Anzahl der Nachkommastellen der Mantisse durch den Exponenten bestimmt wird.

FAKULTÄT EINER ZAHL

Die Taste [x !] löst die Berechnung der Fakultät des ganzzahligen Betrages einer im Register X stehenden Zahl aus. Das Ergebnis steht im Register X und wird angezeigt.

Das Register Y und Z werden nicht verändert.

Beispiel: Errechnung von 15:

Tastenfolge   Anzeige:

15 [x !]   1,307674368   12

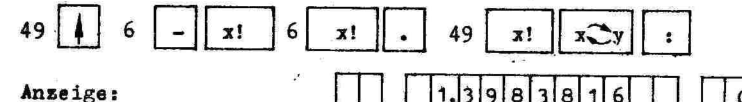
Ein Beispiel aus dem Bereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung soll die Verwendung dieser Funktion erläutern.

Es ist die Anzahl von Kombinationen ohne Wiederholung zu ermitteln, die mit absoluter Sicherheit sechs Richtige in der Wettspielart "6 aus 49" ergeben.

Zur Lösung dieses Problems ist der Binomialkoeffizient

$$C^{6}_{49} = \binom{49}{6} = \frac{49!}{(49-6)!\;.\;6!}$$ zu berechnen.

Tastenfolge:



KOORDINATEN-TRANSFORMATION

Bei der Umrechnung von kartesischen in polare Koordinaten sind folgende Bedienvorgänge erforderlich:

Zuerst ist die x-Koordinate im Register X und die y-Koordinate im Register Y bereitzustellen. Anschließend ist die Umrechnungsoperation durch die Tastenfolge [arc K → p] [KT] auszulösen.

Nach der Umrechnung steht der Radius r im Register X und der Winkel φ im Register Y. Während r sofort angezeigt wird, ist zur Anzeige von φ eine der Tasten [X⇄Y] [↓] bzw. [⊙] zu betätigen. Der Winkel φ wird im Bogenmaß dargestellt.

Zur Anzeige in GRAD oder in NEUGRAD ist anschließend [GRAD] bzw. [NEUGR] zu drücken.

Bei der Umrechnung von polaren in kartesische Koordinaten ist folgendes zu beachten:

Zuerst ist der Radius r in das Register X und der Winkel φ im Bogenmaß in das Register Y einzugeben. Anschließend ist die Umrechnungsoperation durch die Tastenfolge [hyper p→K] [KT] auszulösen. Nach der Umrechnung steht die x-Koordinate im Register X und die y-Koordinate im Register Y. Zur Anzeige der y-Koordinate ist eine der Tasten [↓] [X⇄Y] bzw. [⟳] zu betätigen.

Beachten Sie, daß nach diesen Umrechnungsoperationen die ursprünglichen Werte in den Kellerregistern nicht mehr verfügbar sind. Das Register Z ist gelöscht.

Beispiele für die Koordinatenumwandlung:

Für den Punkt P mit den Koordinaten x = 5 und y = 4 sollen die polaren Koordinaten r und φ (in GRAD) ermittelt werden.

Tastenfolge:	Anzeige:
4 [↑] 5 [arc K→p] [KT]	6,40312423 00
	Radius r
[X⇄Y] [GRAD]	3,86598082 5 . 01
	Winkel φ in Grad

Die Polarkoordinaten r = 3,5 und φ = 145° sind in kartesische umzuwandeln.

Tastenfolge:	Anzeige:
GRAD 145 BOGEN ↑	-2,867032155 00
3,5 hyper p→K	x-Koordinate
KT	
X⇄Y	2,007517527 00
	y-Koordinate

5.3. Funktionsblock Statistik (Typ 012-6052)

• **ANZAHL DER VERÄNDERLICHEN**

Mit der Tastenfolge [k] [VER] wird die Anzahl der Veränderlichen eingestellt. Für k ist eine der Zifferntasten [1] [2] oder [3] zu betätigen. Die eingestellte Anzahl der Veränderlichen bleibt bis zu einer erneuten Einstellung als Zustand erhalten und wird durch die beiden linken Zustandsanzeigen angezeigt.

Anzahl der Veränderlichen k	Tastenfolge	Zustands-anzeigen	Name der Veränderlichen
1	[1] [VER]	⊗ 1 ○ 2	x
2	[2] [VER]	○ 1 ⊗ 2	x, y
3	[3] [VER]	⊗ 1 ⊗ 2	x, y, z

Die Einstellung von k ist für alle Funktionen erforderlich, die durch [Σ] [$\bar{\bar{x}}$] [VAR] [REG] [KOR] oder [MIN/MAX] ausgelöst werden.

• **ANZAHL DER DATENREGISTER**

Festlegung der Größe des Datenspeichers mit der Tastenfolge [D/P] [n]

$$n = n_1 + n_2$$

n_1 ... Anzahl der für die statistischen Funktionen spezifischen Datenregister (Adressen 000 bis 020)

n_2 ... Anzahl der problemspezifischen Datenregister (Adressen größer 020)

• HÖHERE MATHEMATISCHE FUNKTIONEN

- Mit einer im Register X stehenden Zahl bewirkt:

lgx/x!	die Berechnung des Logarithmus zur Basis 10,
VOR lgx/x!	die Berechnung der Fakultär des ganzzahligen Betrages dieser Zahl,
lnx/intx	die Berechnung des natürlichen Logarithmus
VOR lnx/intx	die Berechnung des ganzzahligen Wertes und
VOR $\|x\|^y/e^x$	die Berechnung der Exponentialfunktion.

Das jeweilige Ergebnis wird angezeigt. Die Register Y und Z werden durch diese Operationen nicht verändert.

- Mit der Taste $|x|^y/e^x$ wird die Potenzierung des Betrages einer im Register X stehenden Zahl mit der im Register Y befindlichen Zahl durchgeführt. Nach der Operation steht in den Registern Y und Z der alte z-Wert.
Das Ergebnis wird angezeigt.

• SUMMATION

- Die Tastenfolge VOR Σ löscht die für die Summation verwendeten Datenregister.

- Nach der Zahleneingabe für die Veränderlichen (z→Z, y→Y, x→X) wird die Summation durch die Taste Σ ausgelöst.

- Summationen mit falschen Zahlen können mit der Tastenfolge INVERS Σ korrigiert werden, nachdem die falschen Zahlen nochmals im Kellerspeicher bereitgestellt wurden.

- Alle durch [Σ] ausgelösten Operationen verändern den Kellerspeicher nicht.

. MITTELWERT, VARIANZ, REGRESSION, KORRELATION

Voraussetzung für diese Operationen ist die Summation der Veränderlichen.

Taste	Operation	Kellerspeicher nach der Operation		
		k = 1	k = 2	k = 3
[$\bar{x}$]	Berechnung des arithmetischen Mittels ($\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$)	0 → Z 0 → Y $\bar{x}$ → X	0 → Z $\bar{y}$ → Y $\bar{x}$ → X	$\bar{z}$ → Z $\bar{y}$ → Y $\bar{x}$ → X
[VAR]	Berechnung der Varianz (s_x^2, s_y^2, s_z^2)	0 → Z 0 → Y s_x^2 → X	0 → Z s_y^2 → Y s_x^2 → X	s_z^2 → Z s_y^2 → Y s_x^2 → X
[REG]	Berechnung des Regressionskoeffizienten (a_0, a_1, a_2) für $y = a_0 + a_1 \cdot x$ (2 Veränderliche) $z = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y$ (3 Veränderl.)		0 → Z a_0 → Y a_1 → X	a_0 → Z a_2 → Y a_1 → X
[KOR]	Berechnung des Bestimmtheitsmaßes r^2		0 → Z 0 → Y r^2 → X	0 → Z 0 → Y r^2 → X

. MINIMAL- UND MAXIMALWERTE

- Die Tastenfolge [VOR] [MIN/MAX] löscht Minimal- und Maximalwerte vorangegangener Berechnungen und bereitet die Datenregister 010 bis 015 für die Abspeicherung neu berechneter Minimal- und Maximalwerte vor.

- Durch die Taste [MIN/MAX] wird die Berechnung von Minimal- und Maximalwerten aus einem Zahlenvergleich zwischen dem Kellerspeicher und den Datenregistern 010 bis 015 ausgelöst.
- Speicherung der Minimal- und Maximalwerte:

Anzahl Veränderliche	Inhalt der Datenregister nach der Operation					
	010	011	012	013	014	015
1	x_{min}	x_{max}				
2	x_{min}	x_{max}	y_{min}	y_{max}		
3	x_{min}	x_{max}	y_{min}	y_{max}	z_{min}	z_{max}

- PSEUDO-ZUFALLSZAHLEN

Die Taste [ZUF] wird zur Berechnung von Pseudo-Zufallszahlen verwendet. Basiszahl sollte ein 10stelliger, im Datenregister 016 abgespeicherter Dezimalbruch sein. Die Pseudo-Zufallszahlen werden angezeigt und im Datenregister 016 abgespeichert.

- t-TEST

- Nach der Eingabe von Zahlen für die Veränderlichen x und y löst die Taste [t] die Berechnung der Testgröße t_B aus.
  Der Wert für t_B wird angezeigt.

  Kellerspeicher nach der Operationsausführung:

  $\frac{\sum(x-y)}{P} \rightarrow Z$

  $P \rightarrow Y$

  $t_B \rightarrow X$

- Berechnungen von t_B mit falschen Zahlen können mit der Tastenfolge [INVERS] [t] korrigiert werden, nachdem die falschen Zahlen nochmals im Kellerspeicher bereitgestellt wurden.

- χ^2-TEST

  - Nach der Eingabe von Zahlen für die Veränderlichen x und y löst die Taste [χ^2] die Berechnung der Testgröße χ_B^2 aus. Der Wert für χ_B^2 wird angezeigt.

    Kellerspeicher nach der Operationsausführung:

    O ⟶ Z

    P ⟶ Y

    χ_B^2 ⟶ X

  - Berechnungen von χ_B^2 mit falschen Zahlen können mit der Tastenfolge [INVERS] [χ^2] korrigiert werden, nachdem die falschen Zahlen nochmals im Kellerspeicher bereitgestellt wurden.

- Die gemeinsame Nutzung der Datenregister 000 bis 002 durch [Σ] [t] und [χ^2] erlaubt keine gleichzeitige Anwendurch dieser Funktionen.

Den Funktionsblock STATISTIK verwenden Sie zur Lösung von Aufgaben, die in die Gebiete Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik einzuordnen sind. Dazu gehören z.B. die Charakterisierung von Stichproben durch Mittelwert und Varianz, Regressions- und Korrelationsanalysen und statistische Prüfverfahren. Darüber hinaus bietet Ihnen der Funktionsblock STATISTIK die Möglichkeit, Pseudozufallszahlen zu erzeugen, Minimal- und Maximalwerte zu ermitteln und mit Logarithmen und Exponentialfunktionen zu rechnen.

Beachten Sie beim Gebrauch dieses Funktionsblocks, daß die verschiedenen Funktionen zugeordneten Wertebereiche nicht überschritten werden. Bei Nichteinhaltung erscheint eine Fehleranzeige. Diese Wertebereiche sind im Abschnitt 8 aufgeführt.

Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Sektion Mathematik
22 Greifswald
Friedrich-Ludwig-Jahn-Straße 15a

DATENREGISTER

Die Berechnungsalgorithmen des Funktionsblocks STATISTIK verlangen die Reservierung der Datenregister 000 bis 020 zur Speicherung folgender Werte:

Daten-register	Inhalt			Daten-register	Inhalt
		t	χ^2		
000	p	p	p	010	x_{min}
001	Σx	$\Sigma (x-y)$	$\Sigma \frac{(x-y)^2}{y}$	011	x_{max}
002	Σx^2	$\Sigma (x-y)^2$		012	y_{min}
003	Σy			013	y_{max}
004	Σxy			014	z_{min}
005	Σy^2			015	z_{max}
006	Σz			016	Pseudozufallszahl
007	Σxz			017	Zwischen-ergebnisse
008	Σyz			018	
009	Σz^2			019	
				020	

Da nach der Einschaltung des Rechners diese Anzahl Datenregister nicht verfügbar ist, müssen Sie die Größe des Datenspeichers mit der Tasterfolge [D/P] [n], festlegen.

$$n = n_1 + n_2$$

n_1 ... Anzahl der für die statistischen Funktionen spezifischen Datenregister (Adressen 000 bis 020).

n_2 ... Anzahl der problemspezifischen Datenregister (Adressen 020)

Beim Rechnen in der Betriebsart MANUELLES RECHNEN ist es empfehlenswert, mit [D/P] 030 30 Datenregister verfügbar zu machen.

VERÄNDERLICHE

Die Berechnung statistischer Funktionen ist für maximal drei Veränderliche möglich. Diese Veränderlichen werden mit x, y und z bezeichnet. Die entsprechenden Werte x, y und z werden den Registern X, Y und Z zugeordnet.

Die Berechnungsalgorithmen unterscheiden sich durch die Anzahl k der Veränderlichen. Deshalb ist vor der Berechnung einer statistischen Funktion unbedingt durch die Tastenfolge [k] [VER] die entsprechende Anzahl der Veränderlichen einzustellen.
Ausnahmen bilden die statistischen Prüfverfahren t-Test und χ^2-Test sowie die Erzeugung von Pseudozufallszahlen. Bei diesen Berechnungen ist keine Einstellung von k erforderlich.

Die Werte für k sind die Ziffern 1, 2 oder 3.
Zur Überprüfung dieser Einstellung werden die beiden oberhalb des linken Tastenblocks befindlichen Zustandsanzeigen verwendet.

Einstellung und Überprüfung der Anzahl der Veränderlichen können Sie mit Hilfe der folgenden Tabelle durchführen:

Anzahl der Veränder-lichen k	Tastenfolge	Zustands-anzeigen	Name der Veränderlichen
1	[1] [VER]	⊗ 1 ○ 2	x
2	[2] [VER]	○ 1 ⊗ 2	x, y
3	[3] [VER]	⊗ 1 ⊗ 2	x, y, z

Die eingestellte Anzahl k ist bis zur Einstellung einer anderen Anzahl oder bis zum Ausschalten des Rechners gültig.

HÖHERE MATHEMATISCHE FUNKTIONEN

Die Tasten [lgx/x!] bzw. [lnx/int x] lösen die Berechnung des Logarithmus zur Basis 10 bzw. des natürlichen Logarithmus des im Register X stehenden Wertes aus. Die Register Y und Z werden durch diese Operationen nicht verändert. Das Ergebnis wird angezeigt.

Beispiel:

Berechnung von lg 7,325 und ln 10

Tastenfolge	Anzeige:
7,325 [lgx/x!]	8,6480762 9 -01
10 [lnx/int x]	2,302585093 00

Die Taste [$/x/^y/e^x$] ermöglicht die Potenzierung des Betrages eines im Register X stehenden Wertes mit dem im Register Y stehenden.

Das Ergebnis der Operation wird angezeigt. Nach der Operation beinhalten die Register Y und Z den alten Wert des Registers Z.

Beispiele:

Berechnung von $2{,}37^{8{,}45}$ und $\sqrt[4]{75}$

Tastenfolge:	Anzeige:
8,45 [↑] 2,37 [/x/ʸ/eˣ]	[ ][ ] [1,4 6 7 6 5 3 4 6 3] [0 3]
4 [1/x] 75 [/x/ʸ/eˣ]	[ ][ ] [2,9 4 2 8 3 0 9 5 6] [0 0]

In Verbindung mit der Taste [VOR] erhalten die Tasten [lgx/x!] [lnx/intx] und [/x/ʸ/eˣ] die zweite der Taste zugeordnete Bedeutung.

[VOR] [lgx/x!] löst die Berechnung der Fakultät des ganzzahligen Betrages einer im Register X stehenden Zahl aus. Das Ergebnis wird angezeigt. Die Register Y und Z werden durch diese Operation nicht verändert.

Beispiel:

Berechnung von 15!

Tastenfolge:	Anzeige:
15 [VOR] [lgx/x!]	[ ][ ] [1,3 0 7 6 7 4 3 6 8] [1 2]

Das Betätigen der Tastenfolge [VOR] [lnx/intx] führt zur Berechnung des ganzzahligen Wertes der im Register X stehenden Zahl.

Das Ergebnis wird angezeigt. Die Register Y und Z werden durch diese Operation nicht verändert. Das Vorzeichen bleibt erhalten.

Beispiel:

Berechnung des ganzzahligen Wertes der Zahl 21,735

Tastenfolge:	Anzeige:
21,735 [VOR] [lnx/intx]	2,1 01

Die Tastenfolge [VOR] [/x/^{y}/e^x] bewirkt die Berechnung der Exponentialfunktion e^x. Das Ergebnis wird angezeigt. Durch diese Operation bleiben die Register Y und Z unverändert.

Beispiel:

Berechnung von e^{24}

Tastenfolge:	Anzeige:
24 [VOR] [/x/^{y}/e^x]	2,648912213 10

SUMMATION

Die Taste [Σ] löst Summationen der Veränderlichen aus.

Abhängig von der eingestellten Anzahl k werden die Summen der Werte der Veränderlichen, ihrer Quadrate und ihrer Kreuzprodukte gebildet. Die Anzahl p der Wertepaare wird gezählt. Die Summen werden in den Datenregistern 000 bis 009 gespeichert und bilden die Grundlage für die Berechnung von Mittelwert und Varianz sowie für Regressions- und Korrelationsanalysen.

Zu Beginn der Summation müssen die verwendeten Datenregister durch die Tastenfolge [VOR] [Σ] gelöscht werden.

Dadurch werden Ergebnisse vorangegangener Summationen beseitigt. Der Löschvorgang ist ebenfalls abhängig von der eingestellten Anzahl k.

Anzahl Veränderliche	Löschung der Datenregister
1	000 001 002
2	000 001 002 003 004 005
3	000 001 002 003 004 005 006 007 008 009

Nach dem Löschen der Datenregister sind die Werte für die Veränderlichen so einzugeben, daß die Veränderliche x im Register X, die Veränderliche y im Register Y und die Veränderliche z im Register Z steht. Anschließend ist die Taste [Σ] zu betätigen. Dadurch werden folgende Summationen mit den Datenregistern 000 bis 009 ausgelöst:

000	+	1	→	000 (p)	k=1, k=2, k=3
001	+	x	→	001 (x)	k=1, k=2, k=3
002	+	x^2	→	002 (x^2)	k=1, k=2, k=3
003	+	y	→	003 (y)	k=2, k=3
004	+	$x \cdot y$	→	004 ($x \cdot y$)	k=2, k=3
005	+	y^2	→	005 (y^2)	k=2, k=3
006	+	z	→	006 (z)	k=3
007	+	$x \cdot z$	→	007 ($x \cdot z$)	k=3
008	+	$y \cdot z$	→	008 ($y \cdot z$)	k=3
009	+	z^2	→	009 (z^2)	k=3

Durch die Ausführung dieser Rechenoperationen wird der Inhalt des Kellerspeichers nicht verändert. Der letzte eingegebene Wert der Veränderlichen x wird angezeigt.

Mit der Tastenfolge [INVERS] [Σ] können Summationen mit fehlerhaften Werten korrigiert werden. Die Korrektur erfolgt durch Ausführung der inversen Funktion der Taste [Σ]. Dabei werden die Werte der Veränderlichen, ihrer Quadrate und Kreuzprodukte vom Inhalt der Datenregister 001 bis 009 subtrahiert. Der Inhalt des Datenregisters 000 wird um eins verringert.

In diesem Fall sind vor dem Betätigen von [INVERS] [Σ] alle Werte, die zum Fehler führten, für die Veränderlichen einzugeben.

Es folgt ein Beispiel für die Summation von Wertereihen für drei Veränderliche:

x	y	z
0,1	- 13,0	1140
0,2	- 10,5	1213
0,3	- 8,3	1558
0,4	- 6,1	1609
0,5	- 5,9	1747

Zuerst wird die Anzahl der Veränderlichen durch [3] [VER] eingestellt.

Weitere Tastenfolge:	Bemerkung:
[VOR] [Σ]	Vorbereiten der Summation Löschen von p, $\Sigma x \Sigma x^2$, Σy, $\Sigma x \cdot y$, Σy^2, Σz, $\Sigma x \cdot z$, $\Sigma y \cdot z$ und Σz^2 (Datenregister 000 bis 009)
1140 [↑] [+/-] 13 [↑] 0,1 [Σ]	Eingabe des ersten Wertepaars für x, y und z und Auslösen der Summationen

000 +	1	→	000 (p)
001 +	$0{,}1$	→	001 (Σx)
002 +	$0{,}1^2$	→	002 (Σx^2)
003 +	$-13{,}0$	→	003 (Σy)
004 +	$0{,}1 \cdot -13{,}0$	→	004 (Σxy)
005 +	$(-13{,}0)^2$	→	005 (Σy^2)
006 +	1140	→	006 (Σz)
007 +	$0{,}1 \cdot 1140$	→	007 (Σxz)
008 +	$-13{,}0 \cdot 1140$	→	008 (Σyz)
009 +	1140^2	→	009 (Σz^2)

1213 [↑] 10,5 [↑] 0,2 [Σ]

Eingabe des zweiten Wertepaars für x, y und z und Auslösen der Summationen nach obenstehendem Schema.

Da der y-Wert falsch eingegeben wurde (10,5 statt -10,5), enthalten die Datenregister fehlerhafte Werte.

[INVERS] [Σ]

Korrektur der fehlerhaften Summationen:

000 -	1	→	000
001 -	$0{,}2$	→	001
002 -	$0{,}2^2$	→	002
003 -	$10{,}5$	→	003
004 -	$0{,}2 \cdot 10{,}5$	→	004
005 -	$10{,}5^2$	→	005
006 -	1213	→	006
007 -	$0{,}2 \cdot 1213$	→	007
008 -	$10{,}5 \cdot 1213$	→	008
009 -	1213^2	→	009

HINWEIS:

Wird, wie in diesem Falle, der Fehler sofort bemerkt, kann die Korrektur sofort mit [INVERS] [Σ] eingeleitet werden.

Bei späterem Feststellen des Fehlers (der Inhalt des Kellerspeichers wurde durch nachfolgende Operationen bereits verändert) ist vor [INVERS] [Σ] die fehlerhafte Eingabe zu wiederholen.



1213 [↑] [+/-] 10,5 [↑] 0,2 [Σ] Eingabe des zweiten Wertepaares (ohne Fehler) und Auslösen der Summationen

•
•
•

1747 [↑] [+/-] 5,9 [↑] 0,5 [Σ] Eingabe des letzten Wertepaares und Auslösen der Summationen

MITTELWERT UND VARIANZ

Durch Betätigen der Taste [$\bar{x}$] wird die Berechnung des arithmetischen Mittels für bis zu drei Veränderliche (x, y und z) ausgelöst.

Voraussetzung für die Berechnung von Mittelwerten ist die Summation der Veränderlichen.

Die Mittelwerte werden, je nach Anzahl der Veränderlichen, wie folgt berechnet:

Anzahl Veränderliche	Berechnung	Kellerspeicher nach der Operation
1 (x)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{p}$	0 → Z 0 → Y $\bar{x}$ → X
2 (x, y)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{p}$, $\bar{y} = \frac{\sum y}{p}$	0 → Z $\bar{y}$ → Y $\bar{x}$ → X
3 (x, y, z)	$\bar{x} = \frac{\sum x}{p}$, $\bar{y} = \frac{\sum y}{p}$, $\bar{z} = \frac{\sum z}{p}$	$\bar{z}$ → Z $\bar{y}$ → Y $\bar{x}$ → X

Durch Betätigen der Taste VAR wird die Berechnung der Varianz für bis zu drei Veränderliche (x, y und z) ausgelöst.
Voraussetzung ist die Summation der Veränderlichen.

Je nach Anzahl der Veränderlichen werden die Varianzen wie folgt berechnet:

Anzahl Veränderliche	Berechnung	Kellerspeicher nach der Operation
1 (x)	$s_x^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{p}}{p-1}$	0 → Z 0 → Y s_x^2 → X
2 (x, y)	$s_y^2 = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{p}}{p-1}$	0 → Z s_y^2 → Y s_x^2 → X
3 (x, y, z)	$s_z^2 = \frac{\sum z^2 - \frac{(\sum z)^2}{p}}{p-1}$	s_z^2 → Z s_y^2 → Y s_x^2 → X

Beispiel:

Für die Wertereihen

x	y
0,137	208
0,142	210
0,147	207
0,152	214
0,157	211

sind Mittelwerte und Varianzen zu berechnen.

Tastenfolge:	Bemerkungen:
[2] [VER]	Einstellen der Anzahl der Veränderlichen
[KOMMA] [5]	Einstellen des Anzeigeformats
[VOR]	Vorbereiten der Summation Löschen von p, $\sum x$, $\sum x^2$, $\sum y$, $\sum x \cdot y$ und $\sum y^2$ (Datenregister 000 bis 005)
y_i [↑] x_i [Σ]	Summation der beiden Wertereihen
[$\bar{x}$]	Anzeige $\bar{x}$: 0,14700
[x⇄y]	Anzeige $\bar{y}$: 210,00000

VAR	Anzeige s_x^2: 0,00006
x⇄y	Anzeige s_y^2: 7,50000

REGRESSION UND KORRELATION

Durch Betätigen der Taste REG wird eine Regressionsrechnung (lineare Regression) für zwei oder drei Veränderliche ausgelöst. Mit Hilfe der ermittelten Regressionskoeffizienten kann der funktionelle Zusammenhang zwischen den Veränderlichen bestimmt werden. Voraussetzung für diese Berechnung ist die Summation der Werte der Veränderlichen. Die Regressionskoeffizienten a_0, a_1 und a_2 werden den Kellerregistern wie folgt zugeordnet:

Anzahl Veränderliche	Berechnung der Regressionskoeffizienten	Kellerspeicher nach der Operation
2 (x, y)	Regressionsfunktion: $y = a_0 + a_1 \cdot x$ $a_1 = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2}$ $a_0 = \bar{y} - a_1\bar{x}$	0 → Z a_0 → Y a_1 → X
	Regressionsfunktion: $z = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y$	a_0 → Z a_2 → Y a_1 → X
	$a_1 = \frac{\Sigma(y-\bar{y})^2 \cdot \Sigma(x-\bar{x})(z-\bar{z}) - \Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y}) \cdot \Sigma(y-\bar{y})(z-\bar{z})}{\Sigma(x-\bar{x})^2 \cdot \Sigma(y-\bar{y})^2 - [\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})]^2}$ $a_2 = \frac{\Sigma(x-\bar{x})^2 \cdot \Sigma(y-\bar{y})(z-\bar{z}) - \Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})\Sigma(x-\bar{x})(z-\bar{z})}{\Sigma(x-\bar{x})^2 \cdot \Sigma(y-\bar{y})^2 - [\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})]^2}$ $a_0 = \bar{z} - a_1 \cdot \bar{x} - a_2 \cdot \bar{y}$	

Durch Betätigen der Taste KOR wird die Berechnung des Bestimmtheitsmaßes r^2 für eine lineare Regressionsfunktion ausgelöst. Damit kann der Grad des Zusammenhangs zwischen den Veränderlichen bestimmt werden.

Nach der Summation der Veränderlichen kann das Bestimmtheitsmaß für zwei oder drei Veränderliche berechnet werden.

Anzahl Veränderliche	Berechnung des Bestimmtheitsmaßes r^2	Kellerspeicher nach der Operation
2 (x, y)	für Regressionsfunktion $y = a_0 + a_1 \cdot x$ $r^2 = \frac{\left(\Sigma xy - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{p}\right)^2}{\left(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{p}\right)\left(\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{p}\right)}$	$0 \rightarrow Z$ $0 \rightarrow Y$ $r^2 \rightarrow X$
3 (x, y, z)	für Regressionsfunktion $z = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y$ $r^2 = \frac{a_1 \cdot \left(\Sigma xz - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma z}{p}\right) + a_2 \cdot \left(\Sigma yz - \frac{\Sigma y \cdot \Sigma z}{p}\right)}{\Sigma z^2 - \frac{\Sigma z \cdot \Sigma z}{p}}$	$0 \rightarrow Z$ $0 \rightarrow Y$ $r^2 \rightarrow X$

Es folgen drei Beispiele für die Berechnung von Regressionskoeffizient und Bestimmtheitsmaß.

Beispiel 1:

Für einen chemischen Prozeß ist das Temperatur-Druck-Verhalten zu untersuchen. Für bestimmte Druckwerte (Veränderliche x) sind folgende Temperaturwerte (Veränderliche y) gemessen worden:

Druck (kp/cm^2 x	Temperatur (°C) y
11	8,25
13	17,83
15	20,01
17	26,37
19	44,25
21	53,18
23	69,98
25	101,09
27	116,79
29	139,97
31	175,53

Mit Hilfe von Regressions- und Korrelationsrechnungen sind der funktionelle Zusammenhang der Veränderlichen, Druck und Temperatur sowie der Grad der Zusammenhänge zu bestimmen. Für beide Meßwertreihen sind Mittelwert und Varianz zu berechnen.

Tastenfolge:	Bemerkung:
2 VER	Einstellen der Anzahl der Veränderlichen auf zwei (x, y)
KOMMA 3	Einstellen Anzeigeformat
VOR Σ	Vorbereiten der Summation Löschen von p, Σx, Σx^2, Σy, $\Sigma x \cdot y$ und Σy^2 (Datenregister 000 bis 005)
y_i ↑ x_i Σ	Summation der beiden Wertereihen

Taste	Anzeige
[$\bar{x}$]	Anzeige $\bar{x}$: 21,000
[x y]	Anzeige $\bar{y}$: 70,295
[VAR]	Anzeige s_x^2: 44,000
[x y]	Anzeige s_y^2: 3107,064
[REG]	Anzeige a_1: 8,139
[x y]	Anzeige a_0: - 100,613
[KOR]	Anzeige r^2: 0,938

Die Regressionskoeffizienten a_0 und a_1 wurden für eine lineare Regression berechnet. Die zugehörige Regressionsgerade ergibt sich zu:

$$y = - 100{,}613 + 8{,}139\ x$$

Die Darstellung der Meßwerte mit der zugehörigen Regressionsgeraden in der nachfolgenden Abbildung deutet auf eine nichtlineare Regression hin.

Durch folgende Transformationen kann eine derartige nichtlineare Regression auf eine lineare zurückgeführt und damit berechnet werden.

Nichtlinear ist beispielsweise die Exponentialfunktion $y = a_0 \cdot e^{a_1 x}$. Eine Logarithmierung ergibt die Gleichung $\ln y = \ln a_0 + a_1 \cdot x$, die durch die lineare Funktion $y = b_0 + b_1 \cdot x$ ersetzt werden kann. Bei Eingabe von lny für y und x erhält man nach der Regressionsrechnung die Regressionskoeffizienten $b_0 = \ln a_0$ und $b_1 = a_1$. Der Regressionskoeffizient $a_0 = e^{\ln a_0}$.

Tastenfolge:	Bemerkung:
[VOR] [Σ]	Vorbereiten der Summation
y_i [lnx/intx] x_i [Σ]	Summation der Wertereihen x und lny
[REG]	Anzeige a_1: 0,145
[x⇄y] [VOR] [/x/^{y}/e^x]	Anzeige a_0: 2,306
[KOR]	Anzeige r^2: 0,974

Als Ergebnis der Regressionsrechnung erhält man die Exponentialfunktion

$$y = 2{,}306 \cdot e^{0{,}145 \cdot x}$$

Auf der Grundlage dieser Exponentialfunktion weist das Bestimmtheitsmaß r^2 = 0,974 einen höheren Grad des Zusammenhangs der beiden Wertereihen x und y aus, als bei der Funktion $y = a_o + a_1 \cdot x$.

Eine weitere Möglichkeit besteht durch die Transformation in eine Potenzfunktion $y = a_o \cdot x^{a_1}$.

Eine Logarithmierung ergibt die Gleichung $\ln y = \ln a_o + a_1 \cdot \ln x$, die durch die lineare Funktion $y = b_o + b_1 \cdot x$ ersetzt werden kann.

Wird lny für y und lnx für x eingegeben, dann erhält man nach der Regressionsrechnung die Regressionskoeffizienten $b_o = \ln a_o$ und a_1. Der Regressionskoeffizient $a_o = e^{\ln a_o}$.

Tastenfolge:	Bemerkung:
[VOR] [Σ]	Vorbereiten der Summation
y_i [lnx/intx] x_i [lnx/intx] [Σ]	Summation der Wertereihen lnx und lny
[REG]	Anzeige a_1: 2,869
[x⇄y] [VOR] [/x/y/eˣ]	Anzeige a_o: 0,009
[KOR]	Anzeige r^2: 0,990

Als Ergebnis der Regressionsrechnung erhält man die Potenzfunktion

$$y = 0{,}009 \cdot x^{2{,}869}$$

Das Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0{,}990$ weist von allen drei untersuchten Regressionen den höchsten Grad des Zusammenhangs zwischen den Wertereihen x und y aus.

In der Abbildung 2 sind die aus den Wertereihen gebildeten Punkte und die berechneten funktionellen Zusammenhänge dargestellt.

robotron

Ernst-Moritz-Arndt-Universität
Sektion Mathematik
22 Greifswald
Friedrich-Ludwig-Jahn-Straße 15a

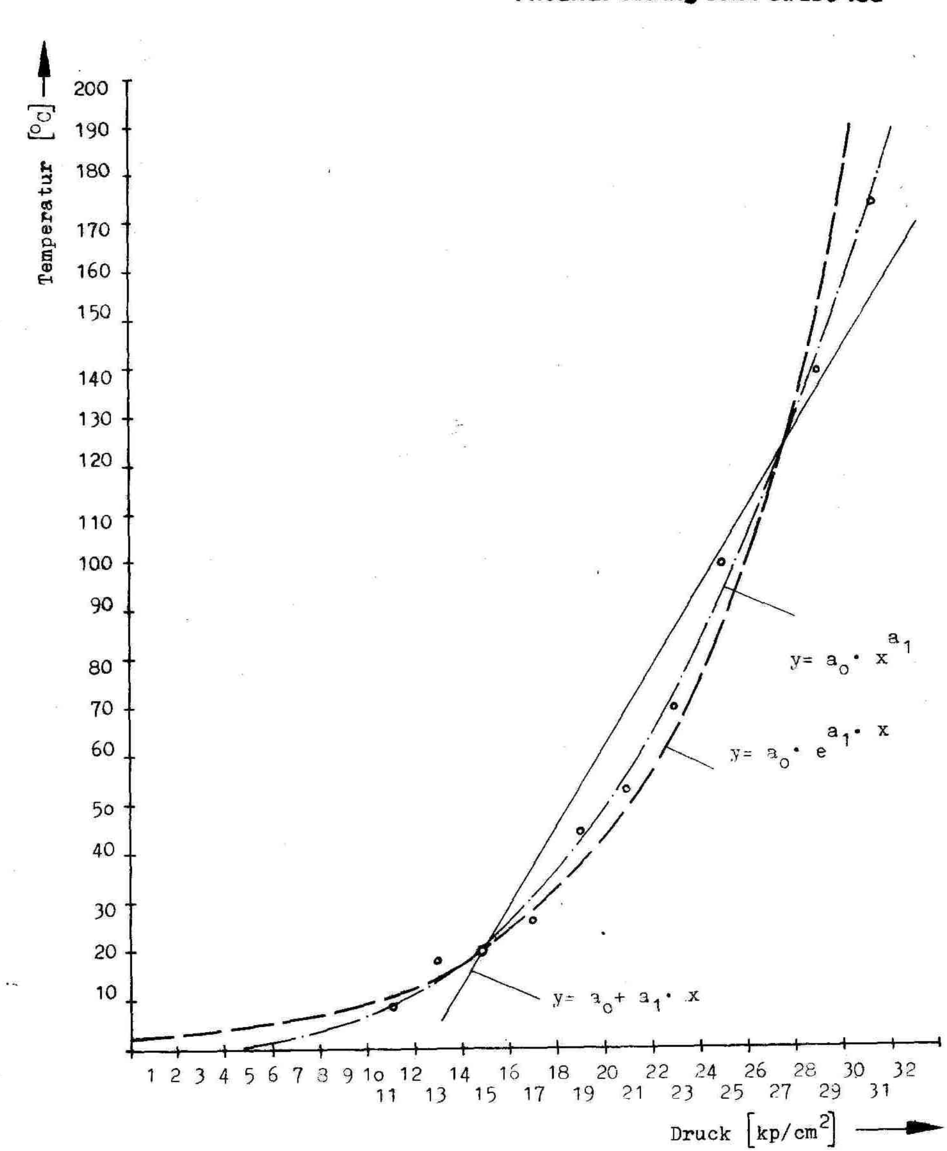


Abb. 2

Beispiel 2:

Mit Regressions- und Korrelationsrechnungen soll der Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen monatlichen Arbeitseinkommen (abhängige Veränderliche) und dem Arbeitsaufwand je 1000 Mark industrieller Bruttoproduktion sowie dem Index der industriellen Bruttoproduktion (unabhängige Veränderliche) im Industriebereich Elektrotechnik/Elektronik/Gerätebau der DDR untersucht werden.

Die folgenden Werte wurden dem Statistischen Jahrbuch der DDR entnommen.

Jahr	Arbeitseinkommen	Arbeitsaufwand	Index, Bruttoproduktion
	z	y	x
1970	771	32	229
1971	798	29	246
1972	825	28	259
1973	856	25	278
1974	882	24	297
1975	910	23	320
1976	937	21	344

x ... Industrielle Bruttoproduktion je tatsächlich geleistete Arbeitsstunde (Index)

y ... Arbeitsaufwand je 1000 Mark industrieller Bruttoproduktion in Stunden

z ... Durchschnittliches monatliches Arbeitseinkommen in Mark

Tastenfolge:	Bemerkung:
[3] [VER]	Einstellen der Anzahl der Veränderlichen auf drei (x, y, z)
[KOMMA] [3]	Einstellen des Anzeigeformats
[VOR] [Σ]	Vorbereiten der Summation (Löschen der Datenregister 000 bis 009)
z_i [↑] y_i [↑] x_i [Σ]	Summation der drei Wertereihen
[REG]	Anzeige a_1: 0,928
[○]	Anzeige a_2: - 5,787
[○]	Anzeige a_0: 743,017

Die Abhängigkeit des Arbeitseinkommens von Arbeitsaufwand und Index der Bruttoproduktion ergibt sich zu:

$$z = 743{,}017 + 0{,}928 \cdot x - 5{,}787 \cdot y$$

Der Grad des Zusammenhangs dieser drei Veränderlichen wird durch die Berechnung des Bestimmtheitsmaßes r^2 definiert.

KOR

Anzeige r^2:

0,997

Mit r^2 = 0,997 wird ein sehr hohes Maß an Zusammenhang festgestellt.

Beispiel 3:

Auf der Grundlage von Zahlen aus dem Statistischen Jahrbuch der DDR von 1977 soll der Einfluß von Düngemittel auf den Ernteertrag bei der Getreideproduktion einiger sozialistischer Länder im Jahre 1975 untersucht werden.

Land	Ernteertrag dt/ha y	Düngemittel kg/ha x
A	33,8	63,8
B	39,7	107,7
C	28,3	59,5
D	26,6	52,7
E	35,5	73,0
F	10,7	13,4
G	32,0	79,1

Bei der Berechnung der Regressionsgeraden (lineare Regression mit zwei Veränderlichen) wird festgestellt, daß der Grad des Zusammenhangs bei r^2 = 0,895 relativ gering ist. Somit kann angenommen werden, daß die Funktion nicht linear ist.

Beispielsweise läßt sich eine parabolische Regression mit zwei Veränderlichen auf eine lineare Regression mit drei Veränderlichen durch folgende Transformation zurückführen:

Die Gleichung für eine lineare Regression mit drei Veränderlichen $z = a_o + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y$ kann durch Änderung der Namen der Veränderlichen in $m_3 = a_o + a_1 \cdot m_1 + a_2 \cdot m_2$ umgewandelt werden.

m_1 ... unabhängige Veränderliche x,
m_2 ... das Quadrat der unabhängigen Veränderlichen x^2,
m_3 ... die von x und x^2 abhängige Veränderliche y.

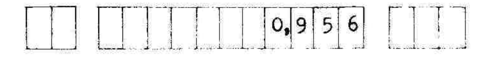
Somit ergibt sich:

$$y = a_o + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$$

Beachten Sie bei der Zahleneingabe die Analogie der beiden Gleichungen. Die Zahlen der Veränderlichen sind deshalb im Kellerspeicher wie folgt bereitzustellen:

y ⟶ Z
x^2 ⟶ Y
x ⟶ X

Tastenfolge:	Bemerkung:
[3] [VER]	Einstellen der Anzahl der Veränderlichen auf drei (x, y, z)
[KOMMA] [3]	Einstellen des Anzeigeformats
[VOR] [Σ]	Vorbereiten der Summation (Löschen der Datenregister 000 bis 009)
y_i [↑] x_i [↑] [x^2] [x⇄y] [Σ]	Summation der Wertereihen x_i, x_i^2 und y_i
[KOR]	Anzeige r^2:



Durch $r^2 = 0,956$ wird bestätigt, daß eine Parabel den funktionellen Zusammenhang der Veränderlichen eher charakterisiert als eine Gerade. Berechnung der Regressionskoeffizienten:

[REG] Anzeige a_1

								0,	5	7	6			

[◐] Anzeige a_2:

		-						0,	0	0	2			

[◐] Anzeige a_0:

								3,	3	4	1			

Die Abhängigkeit des Ernteertrages vom Düngemitteleinsatz ergibt sich zu:

$$y = 3,341 + 0,576\ x - 0,002\ x^2$$

HINWEIS:

Beachten Sie bei der Berechnung von Mittelwert und Varianz die Eingabe der Veränderlichen ($y \rightarrow Z$, $x \rightarrow X$).

Kellerspeicher nach der Operationsausführung:

Mittelwert:	Varianz:
$\bar{y} \rightarrow Z$	$s_y^2 \rightarrow Z$
$\bar{x} \rightarrow X$	$s_x^2 \rightarrow X$

MAXIMALWERTE UND MINIMALWERTE

Für die Speicherung von Maximal- und Minimalwerten werden die Datenregister 010 (x_{min}), 011 (x_{max}), 012 (y_{min}), 013 (y_{max}), 014 (z_{min}) und 015 (z_{max}) verwendet.

Nach Betätigen der Taste [MIN/MAX] findet folgender Vergleich zwischen dem Inhalt des Kellerspeichers und der oben genannten Datenregister statt.

Register X < Datenregister 010

Register X > Datenregister 011

Register Y < Datenregister 012

Register Y > Datenregister 013

Register Z < Datenregister 014

Register Z > Datenregister 015

Ist die Bedingung erfüllt, wird der Wert des Kellerregisters im jeweiligen Datenregister abgespeichert. Die Werte im Kellerspeicher werden durch diese Operation nicht verändert.

Die Ermittlung der Maximal- und Minimalwerte ist von der Anzahl der Veränderlichen abhängig. Die Datenregister 014 und 015 werden durch [MIN/MAX] nicht verändert, wenn mit zwei Veränderlichen gerechnet wird.

Bevor Sie mit der Berechnung der Maximal- und Minimalwerte beginnen, sollten Sie [VOR] [MIN/MAX] betätigen. Diese Tastenfolge bewirkt die Speicherung von 9,99 ... 9×10^{99} in den Datenregistern 010, 012 und 014 sowie von - 9,99 ... 9×10^{99} in den Datenregistern 011, 013 und 015.

Damit beseitigen Sie Maximal- und Minimalwerte vorangegangener Berechnungen.

Die Speicherung dieser großen bzw. kleinen Werte ist ebenfalls von der Anzahl der Veränderlichen abhängig. Bei nur einer eingestellten Veränderlichen werden die Datenregister 012 bis 015 durch die Tastenfolge

VOR MIN/MAX nicht verändert.

Beispiel für die Ermittlung von Maximal- und Minimalwerten im Zusammenhang mit einer Regressionsanalyse. Es ist mit zwei Veränderlichen zu rechnen.

Tastenfolge:	Bemerkung:
2 VER	Einstellen der Anzahl der Veränderlichen
VOR MAX/MIN	Vorbereiten der Datenregister 010 bis 013; 9,99 ... 9 x 10^{99} nach Datenregister 01 0 und 012 - 9,99 ... 9 x 10^{99} nach Datenregister 011 und 013
VOR Σ	Vorbereiten der Summation Löschen von p, $\sum x$, $\sum x^2$, $\sum y$, $\sum x \cdot y$, und $\sum y^2$ (Datenregister 000 bis 005)
y ↑ x	Eingabe eines Wertpaars
MIN/MAX	Ermitteln der Minimal- und Maximalwerte
Σ	Summation der Wertereihen
REG	Ermitteln der Regressionskoeffizienten

HINWEIS 1:

Die Ermittlung von Minimal- und Maximalwerten kann nicht nur in Verbindung mit [Σ], sondern auch mit [t] oder [x^2] erfolgen.

HINWEIS 2:

Eine Korrektur der Minimal- und Maximalwerte durch die Tastenfolge [INVERS] [MIN/MAX] ist nicht möglich.

ZUFALLSZAHLEN

Die Taste [ZUF] löst die Berechnung von Pseudo-Zufallszahlen aus. Die berechnete Zufallszahl wird im Datenregister 016 abgespeichert und zusätzlich angezeigt.

Diese Zufallszahlen sind innerhalb der Intervalle - 1 bis 0 oder 0 bis + 1 gleichmäßig verteilt.

Bevor Sie mit der Berechnung von Zufallszahlen beginnen, müssen Sie eine Zahl im Datenregister 016 abspeichern.

Bei der Eingabe dieser Zahl ist folgendes zu beachten:

- Diese Zahl sollte ein 10stelliger Dezimalbruch sein.
- Alle Ziffern von 0 ... 9 sollten in dieser Zahl in willkürlicher Reihenfolge enthalten sein.
- Die Vorzeichen von eingegebener Zahl und Zufallszahl sind identisch.

Nach Betätigen von [ZUF] wird die Zahl aus dem Datenregister 016 mit der Zahl 29 multipliziert. Der gebrochene Teil der so erhaltenen Zahl ist die Zufallszahl. Sie wird im Datenregister 016 abgespeichert und die die Basiszahl für die Berechnung der nächsten Zufallszahl.

t-TEST

Der t-Test ist ein statistisches Prüfverfahren. Damit kann ermittelt werden, ob bei Stichproben Abweichungen zufällig oder wesentlich sind. Dazu folgendes Beispiel:

Bei einer Serie von Werkzeugmaschinen treten an einem bestimmten Aggregat Ausfälle auf. Die Anzahl der Ausfälle je Maschine ist ermittelt. Nach konstruktiver Änderung ist die Anzahl der Ausfälle geringer.

Mit Hilfe des t-Tests soll jetzt überprüft werden, ob diese Verringerung der Ausfälle nur zufällig oder auf die konstruktive Änderung zurückzuführen ist.

Dazu ist die Testgröße t_B zu berechnen. Mit dieser Testgröße wird in einer Tabelle unter Berücksichtigung des Freiheitsgrades f und der Irrtumswahrscheinlichkeit α der t-Verteilung die Abweichung überprüft.

Zunächst sind f und α in Abhängigkeit von der Problemstellung zu bestimmen. Anschließend wird der Tafelwert der t-Verteilung t_T für f und α ermittelt. Ist $t_T > t_B$, dann sind die Abweichungen zufällig. Bei $t_T < t_B$ sind die Abweichungen wesentlich.

Die Testgröße t_B wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$t_B = \frac{\frac{\sum(x-y)}{p}}{\frac{\sum(x-y)^2 - \frac{[\sum(x-y)]^2}{p}}{p\ (p-1)}}$$

Die Berechnung von t_B erfolgt stets mit den Veränderlichen x und y. Die Einstellung der Anzahl der Veränderlichen ist nicht erforderlich.

Es werden die Datenregister 000, 001 und 002 verwendet:

Datenregister	Inhalt
000	p (Anzahl der Wertepaare x, y)
001	$\Sigma(x-y)$
002	$\Sigma(x-y)^2$

Zu Beginn der Ermittlung von t_B ist die Löschung dieser Datenregister durch die Tastenfolge [VOR] [t] vorzunehmen. Dies ist erforderlich, um Werte vorangegangener Berechnungen zu beseitigen.

Den Berechnungsalgorithmus für jedes eingegebene Wertepaar löst die Taste [t] aus. Beachten Sie dabei, daß der x-Wert in das Register X und der y-Wert in das Register Y einzugeben ist. Für jedes Wertepaar wird die Differenz zwischen x und y im Datenregister 001 und das Quadrat der Differenz im Datenregister 002 summiert. Der Wert im Register 000 wird für jedes Wertepaar um eins erhöht.

Ergebnis der Operation:

$$\frac{\Sigma(x-y)}{p} \rightarrow Z$$

$$p \rightarrow Y$$

$$t_B \rightarrow X$$

HINWEIS 1:

Für das erste Wertepaar kann t_B nicht berechnet werden. Das Ergebnis in diesem Fall ist:

$$0 \rightarrow Z$$

$$1\ (p) \rightarrow Y$$

$$0 \rightarrow X$$

HINWEIS 2:

[t] darf nicht in Verbindung mit [Σ] oder [χ^2] verwendet werden, da die Datenregister 000, 001 und 002 durch diese Funktionen ebenfalls belegt werden.

Führten fehlerhafte Eingabewerte zu einem falschen Ergebnis, so können Sie mit der Tastenfolge [INVERS] [t] korrigieren.

In diesem Falle sind die x-, y-Werte, die zum Fehler führten, vor Betätigen von [INVERS] [t] einzugeben. Die Korrektur des falschen Ergebnisses erfolgt dann durch Ausführen der inversen Funktion der Taste [t]. Dabei werden die Differenz zwischen dem x- und dem y-Wert im Datenregister 001 und das Quadrat der Differenz im Datenregister 002 subtrahiert.

Der Inhalt des Datenregisters 000 wird um eins verringert. Auf der Grundlage dieser veränderten Datenregisterinhalte erfolgt die Berechnung der korrigierten Testgröße t_B.

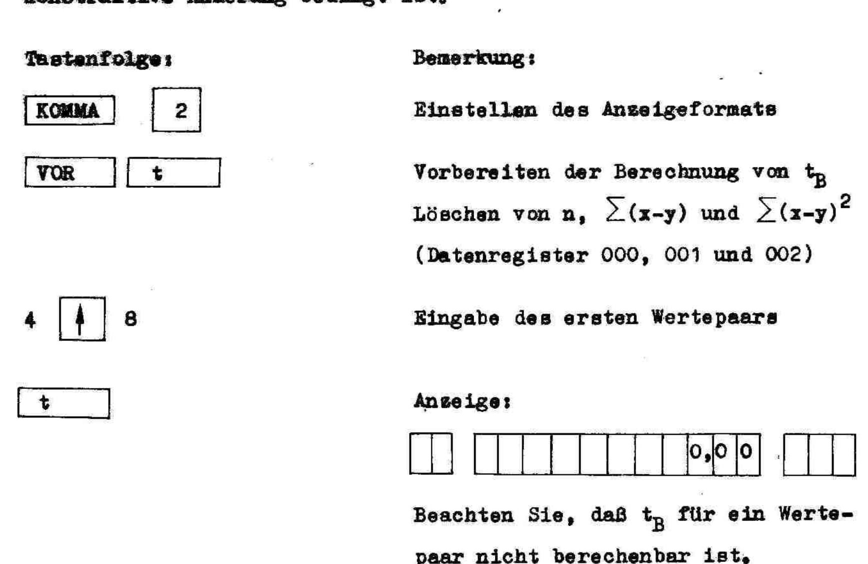
Anschließend wird mit den richtigen x-, y-Werten weitergerechnet.

Beispiel:

Für das eingangs beschriebene Beispiel sind für einen Stichprobenumfang von p = 10 Maschinen folgende Ausfälle registriert worden:

Maschine	Anzahl der Ausfälle je Monat vor der Änderung (x)	Anzahl der Ausfälle je Monat nach der Änderung (y)
1	8	4
2	6	5
3	9	7
4	4	4
5	3	3
6	4	4
7	8	3
8	7	4
9	6	2
10	8	5

Es ist zu überprüfen, ob die Verringerung der Ausfälle durch die konstruktive Änderung bedingt ist.



Tastenfolge:	Bemerkung:
KOMMA 2	Einstellen des Anzeigeformats
VOR t	Vorbereiten der Berechnung von t_B Löschen von n, $\sum(x-y)$ und $\sum(x-y)^2$ (Datenregister 000, 001 und 002)
4 ↑ 8	Eingabe des ersten Wertepaars
t	Anzeige: 0,00 Beachten Sie, daß t_B für ein Wertepaar nicht berechenbar ist.

	Kellerspeicher:
	0 ► Z
	1 ► Y (p)
	0 ► X
5 [↑] 6	Eingabe des zweiten Wertepaars
[t]	Anzeige:
	1,67
	Kellerspeicher:
	2,50 ► Z (Σ (x-y)/p)
	2,00 ► Y (p)
	1,67 ► X (t_B)
7 [↑] 8 (Fehler)	Eingabe des dritten Wertepaars (Fehler wird erst nach [t] bemerkt.)
[t]	Anzeige:
	2,00
	Kellerspeicher:
	2,00 ► Z (Σ (x-y)/p)
	3,00 ► Y (p)
	2,00 ► X (t_B) falsch
7 [↑] 8	Eingabe des falschen Wertepaars
[INVERS] [t]	Anzeige:
	1,67


Kellerspeicher:

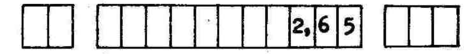
2,50 → Z ($\sum(x-y)/p$)

2,00 → Y (p)

1,67 → X (t_B) korrigiert

7 [↑] 9 — Eingabe des dritten (richtigen) Wertepaars

[t] — Anzeige:



Kellerspeicher:

2,33 → Z ($\sum(x-y)/p$)

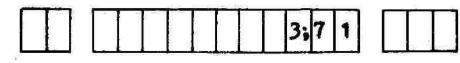
3,00 → Y (p)

2,65 → X (t_B)

•
•
•

5 [↑] 8 — Eingabe des letzten Wertepaars

[t] — Anzeige:



Kellerspeicher:

2,20 → Z ($\sum(x-y)/p$)

10,00 → Y (p)

3,71 → X (t_B)

Für f = n - 1 = 0 Freiheitsgrade und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von α = 1 % ist der Tafelwert t_T = 3,25.

Da $t_T = 3{,}25 < t_B = 3{,}71$ ist, liegt eine wesentliche Abweichung vor. Somit ist die Verringerung der Ausfälle auf die konstruktive Änderung zurückzuführen.

χ^2-TEST

Der χ^2-Test ist ein statistisches Verfahren zur Prüfung der Hypothese, daß eine vorgegebene Stichprobe aus einer normalverteilten Grundgesamtheit stammt. Ablehnung oder Annahme der Hypothese wird durch einen Vergleich der beobachteten empirischen Verteilung der Stichprobemit einer angenommenen theoretischen Verteilung der dazugehörigen Grundgesamtheit festgestellt.

Zur Erläuterung wird folgendes Beispiel verwendet:

Auf einer Werkzeugmaschine wurde eine Anzahl Werkstücke hergestellt. Bei jedem Werkstück wurde ein bestimmtes Maß gemessen. Die erhaltenen (beobachteten) Maße können für große Werkstückzahlen in Klassen p_i mit einer Klassenbreite d eingeteilt werden. Den jeweiligen Klassen sind die beobachteten Häufigkeiten (x-Werte) aller Maße, die in diese Klasse fallen, zuzuordnen.

Bei Voraussetzung einer Normalverteilung ist es möglich, für die Klassen p_i theoretische Häufigkeiten (y-Werte) zu berechnen.
Dazu können beispielsweise Schätzwerte, wie Mittelwert und Varianz, verwendet werden.

Mit Hilfe des χ^2-Tests soll nun überprüft werden, ob die beobachteten und die theoretischen Häufigkeiten einer gemeinsamen normalverteilten Grundgesamtheit entstammen.

Zu diesem Zweck ist die Testgröße χ^2_B wie folgt zu berechnen:

$$\chi^2_B = \sum \frac{(x - y)^2}{y}$$

Mit Hilfe dieser Testgröße wird unter Berücksichtigung des Freiheitsgrades f und der Irrtumswahrscheinlichkeit α in einer Tabelle der χ^2-Verteilung die oben genannte Hypothese überprüft.

Zunächst sind f und α in Abhängigkeit von der Problemstellung zu bestimmen. Anschließend wird der Tafelwert der χ^2-Verteilung χ^2_T für f und α ermittelt. Ist $\chi^2_T > \chi^2_B$, dann wird die Hypothese auf Grund der geringen Abweichung der beobachteten von den theoretischen Häufigkeiten angenommen. Im anderen Falle erfolgt die Ablehnung der Hypothese.

Die Berechnung von χ^2_B erfolgt stets mit den Veränderlichen x und y. Die Einstellung der Anzahl der Veränderlichen ist somit nicht erforderlich. Verwendet werden die Datenregister 000 und 001.

Datenregister	Inhalt
000	p (Anzahl der Klassen)
001	$\sum \frac{(x-y)^2}{y}$

Zu Beginn der Ermittlung von χ^2_B sind diese Datenregister durch die Tastenfolge [VOR] [χ^2] zu löschen.

Dies ist erforderlich, um Werte vorangegangener Berechnungen zu beseitigen.

Die Taste [χ^2] löste den Berechnungsalgorithmus für jedes eingegebene Wertepaar aus. Beachten Sie dabei, daß der x-Wert in das Register X und der y-Wert in das Register Y einzugeben ist.

Für jedes Wertepaar wird das Quadrat der Differenz zwischen x und y, geteilt durch den Wert y, im Datenregister 001 summiert. Der Wert im Register 000 wird für jedes Wertepaar um eins erhöht.

Ergebnis der Operation: 0 → Z

p → Y

χ^2_B → X

HINWEIS:

[x^2] darf nicht in Verbindung mit [$\sum$] oder [t] verwendet werden, da die Datenregister 000 und 001 durch diese Funktionen ebenfalls belegt werden.

Führten fehlerhafte Eingabewerte zu einem falschen Ergebnis, so können Sie dieses mit der Tastenfolge [INVERS] [x^2] korrigieren. In diesem Falle sind vor dem Betätigen von [INVERS] [x^2] die x-, y-Werte einzugeben, die zum Fehler führten.

Die Korrektur des falschen Ergebnisses erfolgt dann durch Ausführen der inversen Funktion von [x^2]. Dabei wird der Quotient $\frac{(x-y)^2}{y}$ im Datenregister 001 subtrahiert und der Inhalt des Datenregisters 000 um eins verringert. Nachdem anschließend die richtigen x-, y-Werte eingegeben wurden, kann die Berechnung von x^2_B auf der Basis der veränderten Datenregisterinhalte fortgesetzt werden.

Beispiel:

Für das oben beschriebene Beispiel sind folgende Werte bekannt:

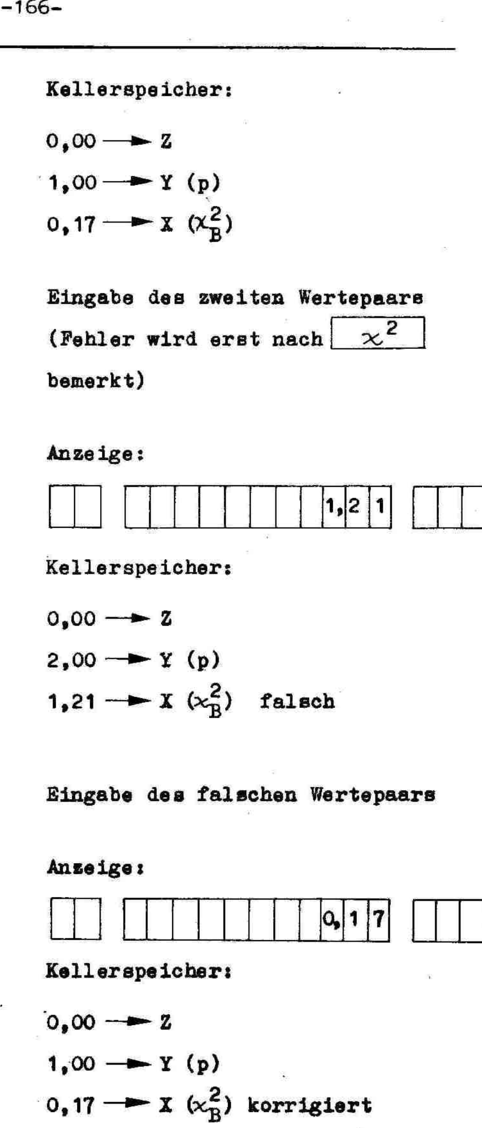
Es wurden 150 Werkstücke gemessen. Die ermittelten Maße wurden in 10 Toleranz-Klassen p_i eingeteilt. Damit sind die beobachteten Häufigkeiten x_i definiert. Ebenfalls bekannt sind die theoretischen Häufigkeiten y_i.

Toleranzklassen p_i	Beobachtete Häufigkeiten x_i	Theoretische Häufigkeiten y_i
1	1 } 5	1,74 } 6,02
2	4	4,28
3	13	10,67
4	23	19,62
5	22	28,58
6	29	30,65
7	29	26,07
8	16	16,29
9	11 } 13	8,10 } 12,12
10	2	4,02

Beachten Sie noch, daß theoretische Häufigkeiten nicht kleiner als 5 sein sollten. Aus diesem Grunde wurden die Toleranzklassen 1 und 2 sowie 9 und 10 zu neuen Toleranzklassen zusammengefaßt.

Tastenfolge:	Bemerkung:
[KOMMA] [2]	Einstellen des Anzeigeformats
[VOR] [$\chi^{2\cdot}$]	Vorbereiten der Berechnung vom χ^2_B Löschen von p und $\sum \frac{(x-y)^2}{y}$ (Datenregister 000 und 001)
6,02 [↑] 5	Eingabe des ersten Wertepaars
[χ^2]	Anzeige:

Anzeige: 0,17



Kellerspeicher:

0,00 ⟶ Z
1,00 ⟶ Y (p)
0,17 ⟶ X (x_B^2)

10,67 [↑] 14 (Fehler)

Eingabe des zweiten Wertepaars (Fehler wird erst nach [x^2] bemerkt)

[x^2]

Anzeige:

| 1,21 |

Kellerspeicher:

0,00 ⟶ Z
2,00 ⟶ Y (p)
1,21 ⟶ X (x_B^2) falsch

10,67 [↑] 14

Eingabe des falschen Wertepaars

[INVERS] [x^2]

Anzeige:

| 0,17 |

Kellerspeicher:

0,00 ⟶ Z
1,00 ⟶ Y (p)
0,17 ⟶ X (x_B^2) korrigiert

10,67 [↑] 13

Eingabe des zweiten (richtigen) Wertepaars

[x^2]	Anzeige:
	[ ][ ] [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][0,][6][8] [ ][ ][ ]
	Kellerspeicher:
	0,00 → Z
	2,00 → Y (p)
	0,68 → X (x_B^2)
•	
•	
•	
12,12 [↑] 13	Eingabe des letzten Wertepaars
[x^2]	Anzeige:
	[ ][ ] [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][3,][2][7] [ ][ ][ ]
	Kellerspeicher:
	0,00 → Z
	8,00 → Y (p)
	3,27 → X (x_B^2)

Für die Berechnung des Freiheitsgrades gilt: $f = p - 1 - r$.
Der Wert r ist die Anzahl der Schätzwerte aus der Stichprobe, die zur Berechnung der theoretischen Häufigkeit verwendet wird.
Im vorliegenden Fall wurde Mittelwert und Varianz zur Berechnung herangezogen ($r = 2$).
Die Anzahl Toleranzklassen ist $p = 8$. Der Freiheitsgrad $f = 5$.
Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 5$ % und einem Freiheitsgrad $f = 5$ ist der Tafelwert $x^2_T = 11,07$.

Da $x^2_T = 11,07 > x^2_B = 3,27$ ist, kann angenommen werden, daß die Maße der 150 Werkstücke einer Normalverteilung entsprechen.

6.

Magnetkarteneinheit

- Die Magnetkarteneinheit wird verwendet, um den Inhalt des Programmspeichers auf Magnetkarten zu schreiben (MAGNETKARTE SCHREIBEN) oder um den Inhalt der Magnetkarten in den Programmspeicher einzulesen (MAGNETKARTE LESEN).
- Begonnen wird an der Position des Befehlszählers und beendet mit der Abspeicherung des ersten Befehls ENDE. Zur Abspeicherung können mehrere, maximal aber nur 7 Magnetkartenspuren verwendet werden.
- Bedienung bei MAGNETKARTE SCHREIBEN:
  - Der Befehlszähler ist an die Position zu stellen, wo mit Schreiben begonnen werden soll.
  - Betätigen der Taste [MKS]
  - Einstecken einer Magnetkarte. Die Schriftseite zeigt zur Tastatur und der Pfeil der im Numerateur angezeigten Spur nach unten.
  - Entnahme der Magnetkarte nach dem Durchzug.
  - Erscheint Zahlenanzeige, dann ist MAGNETKARTE SCHREIBEN beendet.
  - Erscheint Bedienhinweis HF, dann ist Folgekarte einzustecken (im Numerateur wird Spur-Nr. angezeigt).
  - Erscheint Bedienhinweis H1, dann ist eine ungeschützte Magnetkarte einzustecken (durchgezogene Magnetkarte enthält Schreibschutz).
  - Erscheint Fehlerhinweis FO, dann ist nach Fehlerrücksetzen MAGNETKARTE SCHREIBEN neu zu beginnen.
- Bedienung bei MAGNETKARTE LESEN:
  - Der Befehlszähler ist an die Position zu stellen, an der mit dem Einspeichern begonnen werden soll.

- Betätigen der Taste MKL

- Einstecken einer Magnetkarte. Die Schriftseite zeigt zur Tastatur und der Pfeil der im Numerateur angezeigten Spur nach unten.

- Entnahme der Magnetkarte nach dem Durchzug.

- Erscheint Zahlenanzeige, dann ist MAGNETKARTE LESEN beendet.

- Erscheint Bedienhinweis HF (Folgekarte), HL (Leerkarte) oder H2 (Reihenfolgefehler), dann ist Magnetkarte mit der im Numerateur angezeigten Spur-Nr. einzustecken.

- Erscheint Fehlerhinweis FO, dann ist nach Fehlerrücksetzen MAGNETKARTE LESEN neu zu beginnen.

. Durch Abtrennen der gekennzeichneten Ecken kann jede Magnetkarte mit einem Schreibschutz versehen werden.

6.1.
Allgemeine Beschreibung

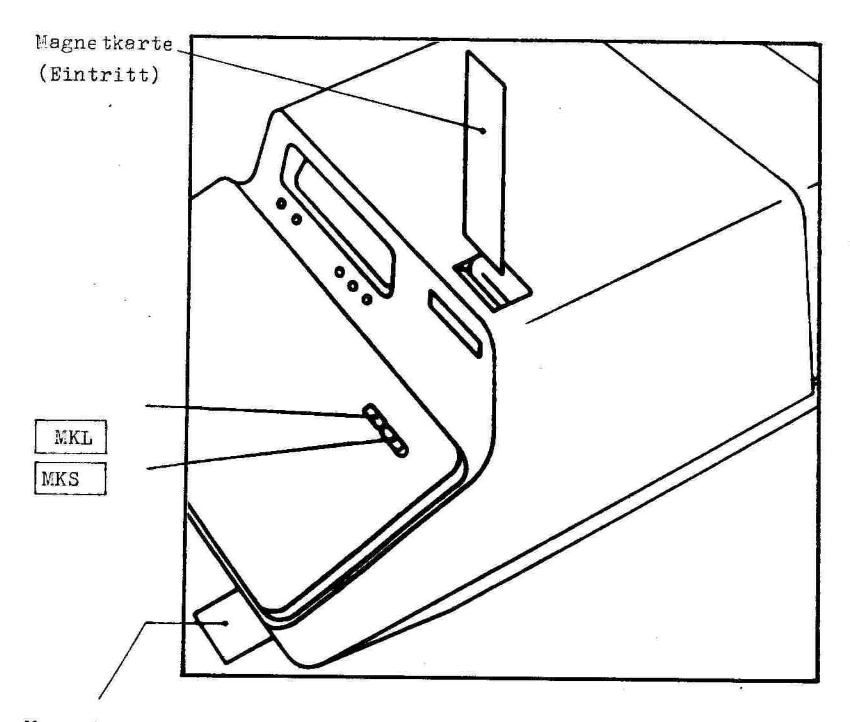
Die Magnetkarteneinheit wird verwendet, um die im Programmspeicher Ihres Rechners stehenden Programme auf Magnetkarte aufzuzeichnen (MAGNETKARTE SCHREIBEN). Damit haben Sie die Möglichkeit, Ihre Programme zu archivieren und bei Bedarf wieder von der Magnetkarte in den Programmspeicher Ihres Rechners einzulesen (MAGNETKARTE LESEN).

Außer Programmen können Sie auch den Inhalt von Datenregistern archivieren und wieder einlesen.

Zur Ausführung dieser Vorgänge dienen die Tasten MKS

(MAGNETKARTE SCHREIBEN) und MKL (MAGNETKARTE LESEN).

Nach dem Betätigen von MKS oder MKL werden die Magnetkarten in die Öffnung eingesteckt, die sich oberhalb der Tastatur befindet. Wenn die Magnetkarte den Transportmechanismus erreicht, beginnt der automatische Durchzug. Nach dem Durchzug der Magnetkarte kann diese aus der Öffnung unterhalb der Tastatur entnommen werden (vgl. Abbildung).



Es werden Magnetkarten verwendet, deren eine Seite mit einer Magnetschicht versehen ist. Die andere Seite trägt einen Vordruck für die Beschriftung jeder Spur. Es ist zu beachten, daß die beschriftete Seite beim Einstecken stets zur Tastatur und der Pfeil der im Numerateur angezeigten Spur nach unten zeigt.

Mit der BESCHRIFTUNG der Magnetkarten schaffen Sie sich ein Hilfsmittel zur Lösung von Archivierungsproblemen. Dazu gehören das Einordnen und Wiederauffinden und vor allem die Zuordnung der Magnetkarten zu den Programmformularen.

Zum anderen müssen aus der Beschriftung alle Informationen hervorgehen, die Sie für die Bedienung Ihres Rechners benötigen.

Obwohl Sie die Beschriftung nach Ihrem eigenen Ermessen durchführen können, sollten Sie dennoch folgende Hinweise beachten:

"Programm:"	beinhaltet den Namen des Programms. Es können auch Hinweise über die Abspeicherung von Datenregistern eingetragen werden.
"Registrierung:"	enthält Hinweise zur Archivierung. Verwendet das Programm z.B. Unterprogramme, so können Registrierhinweise für diese Programmteile ebenfalls hier aufgeführt werden.
"Datenregister:"	An dieser Stelle ist die Größe des vom Programm verwendeten Datenspeichers anzugeben.
"Spur-Nr.:"	Jede beschriebene Spur wird mit einer fortlaufenden Nummer versehen.
"Spurenzahl:"	enthält die Gesamtzahl der zu einem Programm gehörenden Spuren.
"Progr.-Start:"	beinhaltet Hinweise zur Bedienung des Rechners zum Einlegen und zum Start des Programms.

Unterhalb dieser Angaben enthält jede Spur noch ein Feld für ein KONTROLLBEISPIEL.

In dieses Feld sind alle Informationen zur Abarbeitung eines Beispiels einzutragen. Dieses Kontrollbeispiel hat folgenden Zweck:

Bei der Bedienung Ihres Rechners zur Ausführung von Schreib- oder Lesevorgängen können Ihnen Fehler unterlaufen. Außerdem sind noch technische Mängel (z.B. Verschmutzung oder Deformierung der Magnetkarte) möglich, die ebenfalls zu Fehlern führen können.

Zur Erkennung und Beseitigung dieser Fehler sollten Sie jeden Schreib- oder Lesevorgang mit diesem Kontrollbeispiel wie folgt überprüfen:

- Schreiben auf Magnetkarte
  An den Schreibvorgang fügen Sie sofort einen Lesevorgang zum Einspeichern des vorher aufgezeichneten Programms an. Anschließend rechnen Sie das Kontrollbeispiel durch. Damit überprüfen Sie die bereits auf der Magnetkarte aufgezeichnete Befehlsfolge. Wird der bekannte Ergebniswert angezeigt, so wurde das Programm richtig auf der Magnetkarte aufgezeichnet. Im Fehlerfall ist der Lesevorgang zu wiederholen oder Sie testen das Programm entsprechend der Beschreibung in Pkt. 4.8.

- Lesen von der Magnetkarte
  Nach dem Einlesen des Programms rechnen Sie das Kontrollbeispiel durch. Wird der bekannte Ergebniswert angezeigt, können Sie das Programm für die Lösung Ihrer Aufgabe nutzen. Im Fehlerfall ist der Lesevorgang zu wiederholen.

Die Anwendung des Kontrollbeispiels ist somit ein wirksames Mittel zur Absicherung der Arbeit mit Magnetkarten.

Von großer Bedeutung bei der Arbeit mit archivierten Magnetkarten ist der SCHREIBSCHUTZ. Wollen Sie ein aufgezeichnetes Programm vor Überschreiben schützen, so trennen Sie die unterhalb des Kontrollbeispiels befindliche Ecke entlang der ge-

strichelten Linie ab. Bei einem erneuten Versuch, diese Spur zu beschreiben, erkennt der Rechner den Schreibschutz.

In diesem Falle erfolgt der Durchzug der Magnetkarte, die Spur wird jedoch nicht überschrieben. Es erscheint der Bedienhinweis H1 in der Anzeige.

Beachten Sie noch folgenden Hinweis: Zur eindeutigen Kennzeichnung der in den folgenden Abschnitten beschriebenen Bedienfolgen wird von einem gelöschten Kellerspeicher und Gleitkommaanzeige ausgegangen.

6.2. Magnetkarte Schreiben

Während eines Schreibvorganges wird der Inhalt des Programmspeichers auf Magnetkarte aufgezeichnet. Begonnen wird der Vorgang an der Position des Befehlszählers und beendet mit der Aufzeichnung des ersten in der Befehlsfolge erkannten Befehls ENDE.

Beispiel:

0000 0055 0130

PROGRAMM 1 ... ENDE | PROGRAMM 2 ... ENDE | PROGRAMM 3 ... ENDE | ...

Datenspeicher Programmspeicher

Steht der Befehlszähler an der Position 0055, wird das Programm 2 auf Magnetkarte aufgezeichnet. Als erster wird der Befehl an der Position 0055 und als letzter der Befehl an der Position 0129 aufgezeichnet. Zur Aufzeichnung von PROGRAMM 1 und PROGRAMM 3 sind zwei weitere Schreibvorgänge erforderlich.

Wollen Sie ein Programm auf Magnetkarte aufzeichnen, so bedienen Sie Ihren Rechner nach folgendem Schema:

- EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS

  Durch [SPRUNG] m ist der Befehlszähler an den Programmanfang zu stellen.

- DURCHFÜHRUNG DES SCHREIBVORGANGES

  Durch [MKS] wird der Schreibvorgang vorbereitet. Die Betriebsart MAGNETKARTE SCHREIBEN, die Zustandsanzeige BES und die Programmanzeige werden dadurch eingeschaltet.

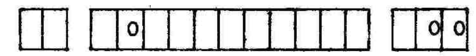
  Angezeigt wird:

0	1	X	X	X	X		X	X	X						

  Der im Numerateur angezeigte Wert 01 gibt den Hinweis, daß die erste Spur beschrieben werden soll.

  Danach ist eine Magnetkarte einzustecken. Achten Sie darauf, daß die Magnetkarte mit der Schriftseite zur Tastatur hinzeigt. Es wird die Spur der Magnetkarte beschrieben, deren Pfeil nach unten zeigt.

  Nach der Entnahme der Magnetkarte erscheint eine der folgendenden Anzeigen:



  Der Schreibvorgang ist mit der vollständigen Abspeicherung des Programms beendet. Die Zustandsanzeige BES ist aus- und die Zahlenanzeige eingeschaltet. Die Betriebsart des Rechners ist MANUELLES RECHNEN.

  Nach der Entnahme der durchgezogenen Magnetkarte aus der Magnetkarteneinheit ist es zweckmäßig, die beschriebene Spur zu beschriften.

0	2	X	X	X	X		X	X	X		H	F			

Die Kapazität der Spur 01 reicht nicht aus, um das gesamte Programm aufzuzeichnen. Zur Fortführung des Schreibvorganges ist die Spur 02 erforderlich (Bedienhinweis HF bedeutet Folgekarte). Dies wird durch Einstecken der um 180° gedrehten oder einer anderen Magnetkarte erreicht.

Nach dem Durchzug jeder weiteren Magnetkarte ist entsprechend der Anzeige zu verfahren. Während eines Aufzeichnungsvorganges können nur 7 Magnetkartenspuren beschrieben beschrieben werden.
Ist Ihr Programm jedoch so lang, daß der Aufzeichnungsvorgang nach dem Durchzug der 7. Magnetkartenspur noch nicht beendet ist, dann beachten Sie den Hinweis am Ende dieses Abschnittes.

Beachten Sie, daß die im Numerateur angezeigte Zahl die Spur kennzeichnet, die nachfolgend beschrieben wird.

| 0 | 1 | | X | X | X | X | | X | X | X | | H | 1 | | | | |

Die Spur 01 der Magnetkarte ist mit einem Schreibschutz versehen (Bedienhinweis H1 bedeutet Schreibsperre).

Zur Fortführung des Schreibvorganges ist eine Magnetkarte mit einer ungeschützten Spur in den Schacht der Magnetkarteneinheit einzustecken.

| | | | X | X | X | X | | X | X | X | | F | 0 | | | | |

Während des Schreibvorganges erkennt der Rechner Programmspeicherende und zeigt den Fehlerhinweis F0 an.

Die Rücksetzung des Fehlers durch [PROG EING] bewirkt die Ausschaltung der Zustandsanzeige BES. Die Betriebsart des Rechners ist MANUELLES RECHNEN.

Nach erfolgter Fehlerkorrektur ist der gesamte Schreibvorgang nochmals zu beginnen.

Jeder durch [MKS] begonnene Schreibvorgang kann unmittelbar vor dem Einstecken der ersten Magnetkarte bzw. während der Anzeige der Bedienhinweise HF oder H1 durch [MKS] oder [MKL] beendet werden. In diesem Falle wird durch [MKL] oder [MKS] die Betriebsart MANUELLES RECHNEN eingeschaltet.

Es folgen zwei Beispiele für die Aufzeichnung von Programmen auf Magnetkarte.

Beispiel 1:

Aufzeichnen des in Pkt. 4.6., Beispiel 1, beschriebenem Programms (Programmformular s. S. 86)

- EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS

  [SPRUNG] [↑]

- DURCHFÜHRUNG DES SCHREIBVORGANGES

  [MKS] Anzeige:

0	1	0	0	0	0		1	6	7						

  Einstecken einer ungeschützten Magnetkarte

  Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

			0,											0	0

  Die Aufzeichnung des Programms ist beendet.

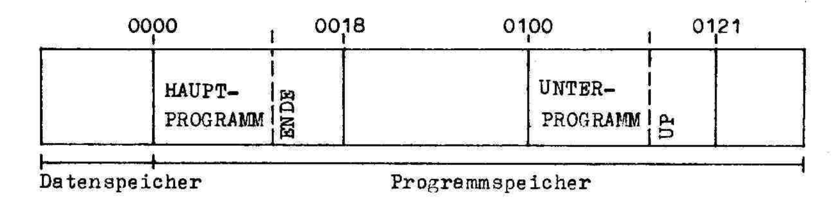
Beschriftung der Magnetkarte:

Programm:	Fortlaufende Addition
Registrierung:	MATHEMATIK 2
Datenregister:	10
Spur-Nr.:	01
Spurenzahl:	1
Progr.-Start:	D/P 010 MKL; SPRUNG ↑ ST
Kontrollbeispiel:	SPRUNG ↑ ST 7 ST π ST
	Ergebnis: 2,513274123 01

Beispiel 2:

Aufzeichnen des Programms für die Berechnung der Gleichung
$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$ (Beispiel aus Pkt. 4.7.)

Hierbei handelt es sich um ein etwas komplizierteres Beispiel. Dieses Programm besteht aus Haupt- und Unterprogramm, die wie folgt im Rechner abgespeichert sind.



Die Aufzeichnung dieses Programms wird durch zwei Schreibvorgänge erreicht.

In diesem Fall müssen Sie jedoch zuerst am Ende des Unterprogramms durch [SPRUNG] 0122 [PROGR EING] [ENDE] [PROGR EING] einen Befehl ENDE programmieren.

Schreibvorgang 1:

- EINSTELLUNG DES BEFEHLSZÄHLERS

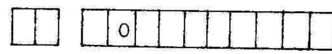


- DURCHFÜHRUNG DES SCHREIBVORGANGS

MKS Anzeige: | 0 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | | | | | | | |

Einstecken einer ungeschützten Magnetkarte

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:



Beschriftung der Magnetkarte:

Programm:	Gleichung a = $\bar{y}$ - b . $\bar{x}$ (Hauptprogramm)
Registrierung:	STATISTIK 3 (dazu STATISTIK 1)
Datenregister:	10
Spur-Nr.:	01
Spurenzahl:	1
Progr.-Start:	D/P 010 MKL; STM NUM/0000

Schreibvorgang 2:

- EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS

SPRUNG 0100

- DURCHFÜHRUNG DES SCHREIBVORGANGES

MKS Anzeige: | 0 | 1 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | | | | | | |

Einstecken einer ungeschützten Magnetkarte.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

		0										0	0

Beschriftung der Magnetkarte:

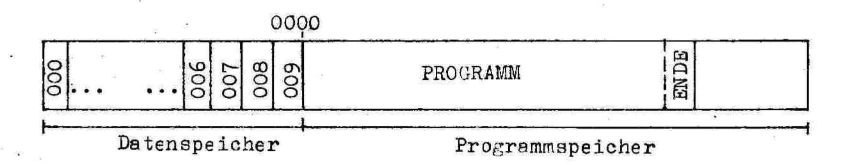
Programm:	Arithmetisches Mittel
Registrierung:	STATISTIK 1
Datenregister:	10
Spur-Nr.:	01
Spurenzahl:	1
Progr.-Start:	D/P 10 SPRUNG 0100 MKL; STM ST : 0100

Neben dem Aufzeichnen von Programmen besteht auch die Möglichkeit, den Inhalt des Datenspeichers auf Magnetkarte abzuspeichern.

Hierzu ist durch [D/P] [n] vor dem Schreibvorgang die Grenzadresse so einzustellen, daß der auf Magnetkarte aufzuzeichnende Teil des Datenspeichers der erste Teil des Programmspeichers wird. Dadurch wird gleichzeitig der Befehlszähler an den Beginn des Programmspeichers und somit an den Beginn des ersten aufzuzeichnenden Datenregisters gestellt.

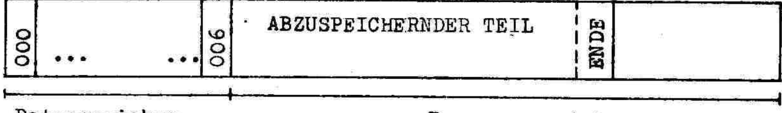
Beispiel:

Ein Programm ist ab Befehlszähler 0000 abgespeichert. Von den 10 verfügbaren Datenregistern sollen die Datenregister 007, 008 und 009 mit aufgezeichnet werden.



Durch D/P 007 wird die Grenzadresse so verändert, daß das Datenregister 007 der erste Teil des Programmspeichers wird.

Speicheraufteilung nach der Änderung der Grenzadresse:

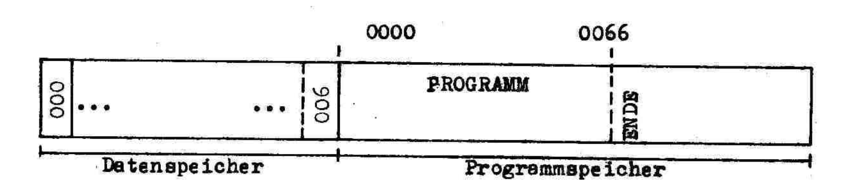


Nach der Veränderung der Grenzadresse wird der Rechner wie beim Schreiben von Programmen bedient. Beachten Sie dabei, daß das EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS durch D/P [n] bereits erfolgt ist.

Die folgenden zwei Beispiele erläutern die Bedienung des Rechners beim Aufzeichnen von Daten auf Magnetkarte.

Beispiel 1:

Nach der Durchrechnung des Programms in Pkt. 4.6., Beispiel 3, mit der angegebenen Zahlenreihe sollen Datenspeicher und Programm aufgezeichnet werden.



Die Grenzadresse des Arbeitsspeichers wird durch D/P 000 geändert.

0146

ABZUSPEICHERNDER TEIL	ENDE	

Programmspeicher

Beachten Sie, daß der Programmspeicher um 80 Befehle (10 Datenregister) vergrößert wurde. Demzufolge steht der Befehl ENDE am Befehlszähler 0146.

Da das EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS bereits durch [D/P] 000 erfolgt ist, beschränkt sich die weitere Bedienung auf das DURCHFÜHREN DES SCHREIBVORGANGS wie folgt:

[MKS] Anzeige: 0 1 | 0 0 0 0 0 0 0 _ _ _ | _ _ _

Einstecken einer ungeschützten Magnetkarte.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

_ _ _ | 0 _ _ _ _ _ _ _ _ _ | _ 0 0

Beschriftung der Magnetkarte:

Programm:	Sortieren einer Zahlenreihe und Summenbildung + 10 Datenregister
Registrierung:	MATHEMATIK 1
Datenregister:	10
Spur-Nr.:	01
Spurenzahl:	1
Progr.-Start:	D/P 000 MKL; D/P 010 STM IND / 0000

Beispiel 2:

Nach der Durchrechnung des Programms in Pkt. 4.6., Beispiel 3 (vgl. vorangegangenes Beispiel), sollen die Inhalte der Datenregister 001, 002, 003 und 004 aufgezeichnet werden. Dazu ist unmittelbar nach dem letzten abzuspeichernden Datenregister ein Befehl ENDE zu programmieren. Dadurch wird festgelegt, an welcher Stelle der Schreibvorgang beendet werden soll. Die dafür erforderlichen Tastenfolge ist:

[D/P] 005 [PROGR EING] [ENDE] [PROGR EING]

0000

000	001	002	003	004	ENDE		Programm	ENDE	

Datenspeicher | Programmspeicher

Die Grenzadresse des Arbeitsspeichers wird durch [D/P] 001 geändert.

000	ABZUSPEI-CHERNDER TEIL	ENDE	

Daten-speicher | Programmspeicher

Das EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS ist durch [D/P] 001 bereits erfolgt.

DURCHFÜHREN DES SCHREIBVORGANGES:

[MKS] Anzeige: [0|1] [0|0|0|0] [0|0|0| | |] [| |]

Einstecken einer ungeschützten Magnetkarte bis zum Beginn des Durchzuges.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

[ ][ ] [ ][0,][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][0][0]

Beschriftung der Magnetkarte:

Programm: Datenregister 001, 002, 003, 004

Registrierung: MATHEMATIK 1

Datenregister: 5

Spur-Nr.: 01

Spurenzahl: 1

Programm-Start: D/P 001, MKL; D/P 005

HINWEIS zur Aufzeichnnng langer Programme:
Erscheint während des Aufzeichnungsvorganges beispielsweise die Anzeige [0][8] [1][4][0][8][ ][1][3][3][ ][H][F] [ ][ ][ ]

so kann festgestellt werden, daß während des Durchzuges der 7. Magnetkartenspur noch kein Befehl ENDE erkannt wurde. Da aber nicht mehr als 7 Magnetkartenspuren während eines Aufzeichnungsvorganges beschrieben werden dürfen, ist die Aufzeichnung zunächst durch [MKS] zu beenden. Durch nochmaliges [MKS] ist ein zweiter Aufzeichnungsvorgang zu beginnen. Es erscheint die Anzeige: [0][1] [1][4][0][8][ ][1][3][3][ ][ ][ ] [ ][ ][ ]

Dies bedeutet, daß die Programmaufzeichnung mit der ersten Magnetkartenspur des zweiten Aufzeichnungsvorganges an der unterbrochenen Stelle (BZ 1408) fortgesetzt werden kann. Hierbei müssen Sie allerdings beachten und insbesondere bei der Magnetkartenbeschriftung berücksichtigen, daß es für ein Programm mehrere Magnetkarten mit der gleichen Spur-Nr. gibt.

6.3.

Magnetkarte Lesen

Während eines Lesevorganges wird der Inhalt einer oder mehrerer, jedoch maximal 7 Magnetkartenspuren im Programmspeicher abgespeichert. Beachten Sie dazu noch den Hinweis am Ende dieses Abschnittes.

Begönnen wird der Vorgang an der Position des Befehlszählers und beendet mit der Abspeicherung des ersten von der Magnetkarte eingelesenen Befehls ENDE.

Wollen Sie ein Programm in den Programmspeicher einlesen, so bedienen Sie Ihren Rechner nach folgendem Schema:

- EINSTELLEN VON GRENZADRESSEN UND BEFEHLSZÄHLER

  Durch [D/P] [n] ist die für das einzulesende Programm gültige Grenzadresse zwischen Daten- und Programmspeicher festzulegen. Dadurch wird gleichzeitig der Befehlszähler auf 0000 gestellt.

  Beginnt das Programm nicht am Befehlszähler 0000, so ist dieser anschließend durch [SPRUNG] [m] entsprechend der Anfangsadresse des Programms einzustellen.

Die Anzahl der benötigten Datenregister und die Anfangsadresse des Programms sind der Beschriftung der Magnetkarte zu entnehmen.

- DURCHFÜHREN DES LESEVORGANGES

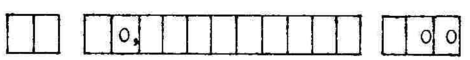
Durch | MKL | wird der Lesevorgang vorbereitet. Die Betriebsart MAGNETKARTE LESEN, die Zustandsanzeige BFS und die Programmanzeige werden eingeschaltet.

Angezeigt wird:

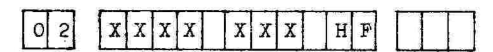
0	1		X	X	X	X		X	X	X							

Der im Numerateur angezeigte Wert 01 bedeutet, daß die Magnetkarte mit der Spur 01 in den Schacht einzustecken ist. Beachten Sie, daß der der Spur 01 zugeordnete Pfeil nach unten und die Schriftseite zur Tastatur hin zeigt.

Nach der Entnahme der Magnetkarte erscheint eine der folgenden Anzeigen:

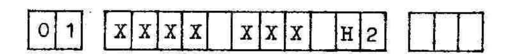


Der Lesevorgang ist mit der vollständigen Abspeicherung des Programms im Programmspeicher beendet. Die Zustandsanzeige BES ist aus- und die Zahlenanzeige eingeschaltet. Die Betriebsart des Rechners ist MANUELLES RECHNEN.



Zur Fortführung des Lesevorganges ist die Magnetkarte mit der Spur 02 in den Schacht der Magnetkarteneinheit einzustecken (Bedienhinweis HF bedeutet Folgekarte).

Nach der Entnahme der Magnetkarte ist entsprechend der Anzeige zu verfahren.



Die Spur-Nr. der Magnetkarte entspricht nicht der im Numerateur angezeigten (Bedienhinweis H2 bedeutet Reihenfolgefehler).

Im vorliegenden Falle wurde nicht die Magnetkarte mit der Spur-Nr. 01 in den Schacht eingesteckt. Wird dieser Bedienfehler angezeigt, ist die Magnetkarte mit der im Numerateur angezeigte Spur-Nr. einzustecken. Vom Rechner wird automatisch die Reihenfolge der eingelesenen Spuren überprüft. Dies ist besonders beim Einlesen von Programmen, die auf mehreren Magnetkarten abgespeichert sind, eine wirkungsvolle Hilfe zur Vermeidung von Bedienfehlern. Beachten Sie deshalb, daß die Spur-Nr. der zu lesenden Magnetkarte immer mit der im Numerateur angezeigten übereinstimmt.

0	1		X	X	X	X		X	X	X		H	L				

Die Spur der Magnetkarte enthält keine Informationen (Bedienhinweis HL bedeutet Leerkarte).

Da es sich hierbei um einen Bedienfehler handelt, ist nachfolgend die vorgesehene Magnetkarte in den Schacht einzustecken.

			X	X	X	X		X	X	X		F	O				

Während des Lesevorganges erkennt der Rechner Programmspeicherende und zeigt den Fehlerhinweis FO an.

Nach der Rücksetzung des Fehlers durch [PROGR EING] wird die Zustandsanzeige BES ausgeschaltet. Die Betriebsart des Rechners ist MANUELLES RECHNEN.

Nach der Fehlerkorrektur ist der gesamte Lesevorgang erneut zu beginnen.

Jeder durch [MKL] begonnene Lesevorgang kann unmittelbar vor dem Einstecken der ersten Magnetkarte bzw. während der Anzeige der Bedienhinweise HF, HL und H2 durch [MKL] oder [MKS] beendet werden. In diesem Falle wird durch [MKL] oder [MKS] die Betriebsart MANUELLES RECHNEN eingeschaltet.

Beachten Sie noch die folgenden zwei Beispiele. Sie sollen Ihnen das Einlesen von Programmen, die auf Magnetkarten abgespeichert sind, veranschaulichen. Hierzu werden die Beispiele im Abschnitt 6.2. verwendet. Die für die Bedienung des Rechners erforderlichen Informationen entnehmen Sie der Beschriftung der Magnetkarte.

Beispiel 1 :

Lesen des Programms für das Beispiel 1 in Pkt. 4.6. (Programmformular s. S. 86).

- EINSTELLEN VON GRENZADRESSE UND BEFEHLSZÄHLER

[D/P] 010

- DURCHFÜHREN DES LESEVORGANGES

[MKL] Anzeige: | 0 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | X | X | X | | | | | | |

Einstecken der Magnetkarte. Der Pfeil der Spur 01 zeigt nach unten.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

| | | | | 0, | | | | | | | | | | | 0 | 0 |

Bevor Sie mit dem Programm arbeiten, sollten Sie zunächst das auf der Magnetkarte enthaltene Kontrollbeispiel durchrechnen (vgl. Pkt. 6.2.).

Anzeige des Ergebnisses des Kontrollbeispiels:

			2,	5	1	3	2	7	4	1	2	3		0	1

Beispiel 2:

Lesen des Programms für die Berechnung der Gleichung

$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x}$

(vgl. Pkte. 4.7. und 6.2., Beispiel 2).

Der Beschriftung der Magnetkarte ist zu entnehmen, daß zu diesem Programm (STATISTIK 3) noch ein zweites (STATISTIK 1) gehört. Beide Programme sind durch getrennte Lesevorgänge in den Programmspeicher einzulesen. Beachten Sie, daß beide Programme durch die Spur-Nr. 01 gekennzeichnet sind.

Einlesen des Programms STATISTIK 3:

- EINSTELLEN VON GRENZADRESSE UND BEFEHLSZÄHLER

  Durch [D/P] 010 wird gleichzeitig die Anzahl der vom Programm benötigten Datenregister verfügbar gemacht und der Befehlszähler an den Programmspeicheranfang gestellt.

- DURCHFÜHREN DES LESEVORGANGES

  [MKL] Anzeige:

0	1	0	0	0	0		X	X	X						

  Einstecken der Magnetkarte bis zum Beginn des Durchzuges.

Beachten Sie, daß der Pfeil für die Spur 01 (Programm STATISTIK 3) nach unten zeigt.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

			0,									0	0

Einlesen des Programms STATISTIK 1:

- EINSTELLEN VON GRENZADRESSE UND BEFEHLSZÄHLER

[SPRUNG] 0100

(Die Grenzadresse ist durch das Einlesen des Programms STATISTIK 3 bereits eingestellt.)

- DURCHFÜHREN DES LESEVORGANGES

[MKL] Anzeige:

0	1	0	1	0	0	X	X	X						

Einstecken der Magnetkarte bis zum Beginn des Durchzuges. Beachten Sie, daß der Pfeil für die Spur 01 (Programm STATISTIK 1) nach unten zeigt.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

			0,									0	0

Bevor Sie beginnen, mit dem Programm STATISTIK 3 zu arbeiten, rechnen Sie zunächst das auf der Magnetkarte enthaltene Kontrollbeispiel durch.

Außer dem Lesen von Programmen ist es auch möglich, auf Magnetkarte aufgezeichnete Datenregisterinhalte wieder in den Rechner einzulesen.

Vor Beginn des Lesevorganges ist die Grenzadresse zwischen Daten- und Programmspeicher zu verändern (vgl. Pkt. 6.2.).

Durch [D/P] [n] ist die Grenze so zu wählen, daß der Programmspeicher unmittelbar dort beginnt, wo sich das einzulesende Datenregister mit der niedrigsten Adresse befindet.

Für n ist die niedrigste Adresse aller einzulesenden Datenregister einzugeben. Dieser Wert ist der Beschriftung der Magnetkarte zu entnehmen.

Beispiel: Ein Programm ist einschließlich des Inhaltes der Datenregister 007, 008 und 009 auf einer Magnetkarte aufgezeichnet.

Die Einstellung der Grenze zwischen Daten- und Programmspeicher erfolgt durch [D/P] 007, da das Datenregister 007 das mit der niedrigsten Adresse ist.

Nach der Änderung der Grenzadresse wird der Rechner wie beim Lesen von Programmen bedient. Beachten Sie, daß das EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS durch [D/P] [n] bereits erfolgt ist.

Die folgenden beiden Beispiele erläutern die Bedienung des Rechners beim Einlesen von Daten:

Beispiel 1:

Daten und Programm des in Pkt. 4.6. beschriebenen Beispiels 3 sind auf einer Magnetkarte aufgezeichnet. Der gesamte Inhalt der Magnetkarte soll eingelesen werden.

In Pkt. 6.2. ist die Beschriftung der Magnetkarte für dieses Beispiel (MATHEMATIK 1) dargestellt.

Zunächst wird durch [D/P] 000 die Grenzadresse verändert, damit die 10 Datenregister von der Magnetkarte eingelesen werden können.

Dadurch erfolgt gleichzeitig das EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS.

Bedienung beim DURCHFÜHREN DES LESEVORGANGES:

[MKL] Anzeige: |0|1| |0|0|0|0| |X|X|X| | | | | | |

Einstecken der Magnetkarte bis zum Beginn des Durchzuges. Beachten Sie, daß der Pfeil für die Spur 01 (Programm MATHEMATIK 1) nach unten zeigt.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

[ ][ ] [ ][0,][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][0][0]

Durch [D/P] 010 stellen Sie die vom Programm vorgeschriebene Grenzadresse ein.

Beispiel 2:

In Pkt. 6.2. wurde die Aufzeichnung der Datenregister 001, 002, 003 und 004 beschrieben. Diese vier Datenregister sollen von der Magnetkarte (Datenregister MATHEMATIK 1) wieder eingelesen werden.

Durch [D/P] 001 wird die Grenzadresse verändert, damit die vier Datenregister eingelesen werden können.

Dadurch erfolgt gleichzeitig das EINSTELLEN DES BEFEHLSZÄHLERS.

Bedienung beim DURCHFÜHREN DES LESEVORGANGES:

[MKL] Anzeige: [0][1] [0][0][0][0][ ][X][X][X][ ][ ][ ] [ ][ ][ ]

Einstecken der Magnetkarte bis zum Beginn des Durchzuges. Beachten Sie, daß der Pfeil für die Spur 01 (Datenregister MATHEMATIK 1) nach unten zeigt.

Anzeige nach der Entnahme der Magnetkarte:

[ ][ ] [ ][0,][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] [ ][0][0]

HINWEIS zum Lesen langer Programme

Programme, für die zur Aufzeichnung mehr als 7 Magnetkartenspuren und demzufolge mehrere Aufzeichnungsvorgänge benötigt wurden, sind entsprechend gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung ist beim Einlesen in den Programmspeicher zu berücksichtigen. Begonnen wird der Lesevorgang mit der ersten Magnetkartenspur des ersten Aufzeichnungsvorganges. Nach dem Durchzug der siebenten Magnetkartenspur ist der erste Lesevorgang durch [MKL] zu beenden.
Anzeige nach Durchzug der siebenten Magnetkartenspur (Beispiel von Abschnitt 6.2 HINWEIS zur Aufzeichnung langer Programme)

0	8		1	4	0	8		1	3	3		H	F				

Bei dieser Anzeige bestätigen Sie [MKL] .

Der zweite Lesevorgang wird mit [MKL] eingeleitet.

Anzeige:

0	1		1	4	0	8		1	3	3							

Nun können Sie mit dem Einlesen der Magnetkarten des zweiten Aufzeichnungsvorganges beginnen. Entsprechend der Anzeige ist die Magnetkarte mit der Spur 01 einzugeben.

7.
Drucker

. Die Taste [DEA] wird zur Ein- und Ausschaltung des Druckers verwendet. Durch die Netzzuschaltung des Rechners wird der Drucker eingeschaltet. Gleichzeitig erfolgt die Einschaltung des NORMAL-Modus.

. Im NORMAL-Modus bewirkt die Taste [DRUCK] bzw. der Befehl DRUCK den Ausdruck des Inhaltes von Register X. Die Taste [ZS] bzw. der Befehl ZS dient zur Ausführung von Zeilenschaltungen.
Ist der Numerateur eingeschaltet, wird dieser in einer ersten und der Inhalt von Register X in einer zweiten Zeile gedruckt.

. Die Taste [TEXT] wird zur Ein- und Ausschaltung des TEXT-Modus benutzt. Im TEXT-Modus wird in den Exponentenstellen der Zahlenanzeige die Buchstabenkombination AA angezeigt. Die Taste [TEXT] ist programmierbar.

. Während des TEXT-Modus können die den einzelnen Tasten zugeordneten alphanumerischen Zeichen gedruckt werden. Die Auslösung eines Zeilendrucks erfolgt nach der Eingabe des 16. alphanumerischen Zeichens innerhalb einer Zeile, durch die Taste [ZS] bzw. durch den Befehl ZS oder durch die Taste [TEXT] bzw. durch den Befehl TEXT.

. Die Verwendung der Tasten- bzw. Befehlsfolge [DRUCK] [n] [k] im TEXT-Modus ermöglicht den Druck alphanumerischer Zeichen und des Inhalts von Register X innerhalb einer Zeile. Während n die Ziffernanzahl der zu druckenden

Zahl aus dem Register X angibt, bestimmt k die Anzahl der zu druckenden Nachkommastellen und stellt gleichzeitig das Anzeigeformat ein. Für das Vorzeichen und den Dezimalpunkt sind zwei zusätzliche Druckstellen vorzusehen.

- Mehrere Tasten- bzw. Befehlsfolgen [DRUCK] [n] [k] für eine Druckzeile ermöglichen einen Tabellendruck. Der Abstand zwischen den Tabellenspalten wird durch alphanumerische Zeichen, insbesondere durch Leerzeichen bestimmt.

- In der Betriebsart PROGRAMMEINGABE führt jede Tastenbetätigung zwecks Abspeicherung eines Befehls unmittelbar zum Druck des Befehlszählers und des mnemonischen Befehlscodes. Der Inhalt des mnemonischen Befehlscodes ist davon abhängig, ob der NORMAL-Modus oder der TEXT-Modus eingeschaltet ist.

- Durch die Tastenfolge [SPRUNG] [m] [LIST] [S/T] kann ein Programm ab Befehlszähler m ausgedruckt werden. Der Vorgang wird durch Betätigen der Taste [STOP] nach dem Ausdruck des letzten Befehls beendet. Ausgedruckt wird für jeden abgespeicherten Befehl Befehlszähler und mnemonischer Befehlscode.

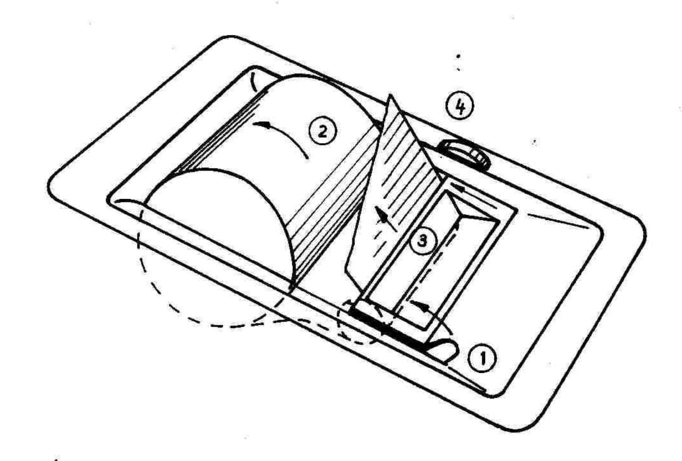
- In der Betriebsart TEST werden Befehlszähler und mnemonischer Befehlscode, Numerateur und Inhalt von Register X in drei aufeinanderfolgenden Zeilen gedruckt.
  Ist der Numerateur ausgeschaltet, wird der Inhalt von Register X in der zweiten Zeile gedruckt.

Durch den Einbau eines 16-stelligen alphanumerischen Streifendruckwerkes erhalten Sie die Möglichkeit, Ergebnisse, alphanumerische Texte und Programme auszudrucken.
Das Druckwerk arbeitet nach dem Thermodruckprinzip. Mit der Taste [DEA] können Sie das Druckwerk ein- bzw. ausschalten.
Die Taste [DEA] befindet sich links neben den Tasten zur Bedienung der Magnetkarteneinheit. Diese Tastenfunktion ist nicht programmierbar.

Mit dem Einschalten des Rechners wird gleichzeitig das Druckwerk eingeschaltet. Der Rechner befindet sich im NORMAL-Modus, während dessen Ergebnisse ausgedruckt und Zeilenschaltungen ausgeführt werden können.
Wollen Sie alphanumerische Zeichen ausdrucken, so ist mit Hilfe der Taste [TEXT] der TEXT-Modus einzuschalten. Verfolgen Sie vor allem in den folgenden Abschnitten die unterschiedliche Wirkung der Tasten [DRUCK] und [ZS] in Abhängigkeit vom eingeschalteten Modus.
Durch nochmaliges Betätigen der Taste [TEXT] wird der NORMAL-Modus wieder eingeschaltet.

Die Tasten [TEXT], [DRUCK] und [ZS] sind unmittelbar über der Tastengruppe für die Programmierung angeordnet. Sie können zur Abspeicherung von Befehlen verwendet werden.
Darüber hinaus haben Sie die Möglichkeit, mit Hilfe des am Druckwerk angeordneten Handrades (vgl. nachfolgende Abbildung) einen Papiervorschub durchzuführen.
Bevor Sie mit der Arbeit beginnen, überzeugen Sie sich, daß noch genug Papier im Drucker vorhanden ist. Ist im Drucker kein Papier mehr vorhanden, führen angewiesene Druckoperationen zur Anzeige des Fehlerkennzeichens F5 (vgl. auch Abschnitt 8). In diesem Fall betätigen Sie die Taste [PROGR EING] und legen eine neue

Papierrolle ein. Das Schema dazu ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.



1. Papiereinlegehebel (1) in gezeichnete Stellung bringen.
2. Papier von der Rolle (2) wickeln (Abrollen in Pfeilrichtung beachten!), schräg schneiden und in den Schlitz der Papierwanne schieben, bis es im Fenster (3) sichtbar wird.
3. Rolle (2) in die Papierwanne einlegen.
4. Papiereinlegehebel (1) in Pfeilrichtung bewegen.
5. Papiertransport mit Handrad (4) oder durch Taste ZS auslösen.

Durch das Fehlerkennzeichen F4 wird angezeigt, daß der Drucker defekt ist. In diesem Falle wenden Sie sich an Ihren zuständigen Kundendienststützpunkt.

DRUCK VON ERGEBNISSEN

Durch die Taste [DRUCK] oder durch den Befehl DRUCK wird der Druck des Inhalts von Register X ausgelöst. Voraussetzung ist jedoch, daß der NORMAL-Modus eingeschaltet ist.
Der Druck erfolgt in Abhängigkeit vom eingestellten Anzeigeformat in Form einer Gleitkomma- oder Festkommazahl.
Zur eindeutigen Abgrenzung von Mantisse und Exponent bei Gleitkommazahlen erfolgt stets der Abdruck des Buchstabens E vor dem Exponentenvorzeichen.

Beispiel:
Druck von - 0,167 als Festkomma- und als Gleitkommazahl

Tastenfolge:

0,167 [+/-] [KOMMA] 3 [DRUCK]
[π] [KOMMA] [DRUCK]

Druckbild:

-							Ø	,	1	6	7				
	3	,	1	4	1	5	9	2	6	5	4	E		Ø	Ø

Beachten Sie, daß zur Unterscheidung vom Buchstaben O die Ziffer 0 mit einem Schrägstrich versehen ist.

Ist der Numerateur eingeschaltet, wird dieser in der ersten Zeile und der Inhalt von Register X in der zweiten Zeile abgedruckt.

Beispiel:
An der STOP-Stelle eines Programms, die durch den Numerateur 05 gekennzeichnet ist, soll die Zahl 0,0269 eingegeben werden.
Nach dem Start ist im Programm der Abdruck dieser Zahl im Gleitkommaformat vorgesehen.

Programm:

...... STOP DRUCK ......

Druckbild:

		·			N	U	M		Ø	5					
	2	,	6	9								E	-	Ø	2

Die Betätigung der Taste ZS oder die Ausführung des Befehls ZS bewirken eine Zeilenschaltung ohne den Druck einer Zahl.

Anschließend noch ein Beispiel zur Gestaltung eines Druckbeleges bei Verwendung der Befehle ZS und DRUCK.

In das Programm für die Sortierung einer Zahlenreihe (vgl. Abschnitt 4.6, Beispiel 3 und Anlage 3) werden wie folgt ZS und DRUCK eingefügt.

Befehls-zähler	Taste	Befehls-code	Bemerkungen
00	MARKE	155	
01	IND	056	
02	STOP	163	
03	DRUCK	162	Druck des Wertebereiches der Zahlenreihe mit anschließenden Zeilenschaltungen
04	ZS	152	
05	ZS	152	
06	x → R	064	
.			
.			
.			
34	SEL=1	154	
35	STOP	163	
36	DRUCK	162	Druck der eingegebenen Zahl
37	x → R	064	
.			
.			
.			
.			
54	= 0	146	
55	ZS	152	Zeilenschaltungen vor Beendigung des Programms
56	ZS	152	
57	ZS	152	
58	STOP	163	
59	R → x	063	
60	IND	056	
61	8	104	
62	ZS	152	
63	DRUCK	162	Druck der Summe
64	1	076	
.			
.			
.			
71	ENDE	165	

Beachten Sie bei der Einfügung der Befehle die Veränderung der Sprungadressen.

Während der Programmabarbeitung entsteht folgender Druckbeleg. Das Anzeigeformat ist Gleitkomma.

5,	E	ØØ
1,2	E	ØØ
2,Ø5	E	ØØ
3,79	E	ØØ
2,3	E	ØØ
4,21	E	ØØ
4,79	E	ØØ
3,	E	ØØ
1,33	E	ØØ
4,Ø5	E	ØØ
3,25	E	ØØ
3,81	E	ØØ
4,8	E	ØØ
2,71	E	ØØ
3,59	E	ØØ
1,25	E	ØØ
3,78	E	ØØ
7,Ø6	E	ØØ
1,744	E	Ø1
1,785	E	Ø1

DRUCK VON ALPHA-TEXT

Das Druckwerk gestattet den Druck der auf der Tastatur vorhandenen alphanumerischen Zeichen.

Allen Tasten der Tastenreihen 3 bis 7 außer PAUSE und ENDE sind alphanumerische Zeichen zugeordnet, die Buchstaben den beiden linken Tastengruppen, die Ziffern der Tastengruppe für die Zahleneingabe und die Sonderzeichen der rechten Tastengruppe.
Am Beispiel der Tastenreihe 5 (vgl. Anlage 1) soll die Zuordnung der alphanumerischen Zeichen dargestellt werden.
Die alphanumerischen Zeichen stehen links oder rechts von den Funktionstasten. Beachten Sie an diesem Beispiel vor allem die Beschriftung für die Tastenspalten 00 bis 06 und 14 bis 16.

Tastenspalte	00	01	02	05	06	07	10	11	12	13	14	15	16
Funktionstaste (MATEMATIK)	lg x	ln x	|x|^Y	$\sqrt{x}$	○	4	5	6	-	S T M	≥ 0	MARKE	ENDE
Alphanumerische Belegung	C	H	M	R	W	4	5	6	-	[	>	j	.

Zum Druck von Alpha-Text ist durch die Taste TEXT bzw. durch den Befehl TEXT der TEXT-Modus einzuschalten. Sobald in den Exponentenstellen der Zahlenanzeige die Buchstabenkombination AA erscheint, können Sie mit der Eingabe der alphanumerischen Zeichen beginnen. Die eingetasteten Zeichen werden nicht sofort gedruckt, da das verwendete Druckwerk nur einen Zeilendruck gestattet. Der Eingabevorgang selbst ist an Hand der Zahlenanzeige nicht kontrollierbar.

Bei Gestaltung und Druck des Alpha-Textes müssen Sie folgende Grundregeln beachten:

- Der Drucker führt einen Zeilendruck mit maximal 16 alphanumerischen Zeichen pro Zeile aus.
- Bei der Formatgestaltung ist zu berücksichtigen, daß die Eingabe der alphanumerischen Zeichen einer Zeile immer linksbündig beginnt. Der Abstand zwischen den einzelnen Wörtern wird durch die Eingabe von Leerzeichen mit Hilfe der Taste [S T / SPACE] erzeugt.
- Der Zeilendruck wird ausgelöst, nachdem das 16. alphanumerische Zeichen eingegeben wurde, durch die Taste [ZS] (bzw. Befehl ZS) oder durch die Taste [TEXT] (bzw. Befehl TEXT).

  Durch die Taste [TEXT] bzw. durch den Befehl TEXT wird gleichzeitig der TEXT-Modus ausgeschaltet. Es erscheint wieder die Zahlenanzeige.

Zur Erläuterung folgendes Beispiel:

Für das Programm in der Anlage 3 (vgl. auch Beispiel 3, Abschnitt 4.6) ist ein Programmausdruck anzufertigen.
Zur Kennzeichnung ist der Ausdruck mit einer im Druckbild ersichtlichen Überschrift zu versehen. Dazu sind folgende Tastenbetätigungen notwendig.

Tastenfolge:

TEXT

Zeile 1: 1/x (P) √x (R) ..... NEUGR (K)

Zeile 2: ST (SPACE) ST (SPACE) ...... ST (SPACE) GRAD (F) R→x (U)
K arc→ P (E) √x (R) ZS

Zeile 3: ST (SPACE) 1/x (P) ... |x|Y (M) ST (SPACE) tan x (N)
√x (R) +/- 4 ZS

Zeile 4: ZS

Zeile 5: D/P (() IND (S) ..... √x (R)

Zeile 8: — — .... —

TEXT

Druckbild:

P	R	O	G	R	A	M	M	A	U	S	D	R	U	C	K
						F	U	E	R						
	P	R	O	G	R	A	M	M		N	R		4		
(	S	O	R	T	I	E	R	E	N		E	I	N	E	R
Z	A	H	L	E	N	R	E	I	H	E		U	N	D	
S	U	M	M	E	N	B	I	L	D	U	N	G	)		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Beginn des Programmausdrucks

HINWEIS zur Zeile 1:
Mit der Eingabe des Buchstabens K als 16. alphanumerisches Zeichen wird automatisch der Zeilendruck ausgelöst.
Beachten Sie, daß der Druckvorgang erst beendet sein muß, bevor Sie mit der weiteren Eingabe fortfahren.

HINWEIS zur Zeile 2:
Um das Wort FUER an der vorgesehenen Stelle abzudrucken, ist es notwendig, zunächst erst einmal 6 Leerzeichen (Taste [ST SPACE]) einzugeben. Nach der Eingabe von FUER lösen Sie mit der Taste [ZS] den Zeilendruck aus. Die verbleibenden Leerstellen nach FUER müssen somit nicht eingetastet werden.

HINWEIS zu den Zeilen 3 und 4:
Das Betätigen der Taste [ZS] nach der Eingabe der Ziffer 4 bewirkt nur den Druck der Zeile 3. Zur Ausführung der anschließenden Zeilenschaltung ist eine nochmalige Betätigung der Taste [ZS] erforderlich.

HINWEIS zur Zeile 8:
Nach 16-maligem Betätigen der Taste [–] wird durch die Taste [TEXT] der TEXT-Modus ausgeschaltet. Die ALPHA-Belegung der Tastatur ist somit nicht mehr gültig. Es erscheint wieder die Zahlenanzeige.

Nach einem eventuellen Papiervorschub durch Betätigen der Taste [ZS] kann der Start des automatischen Programmausdrucks erfolgen.

DRUCK VON ALPHA-TEXT UND ERGEBNISSEN

Mit der Verwendung der Taste [DRUCK] bzw. des Befehls DRUCK während des TEXT-Modus haben Sie die Möglichkeit, im Register X stehende Ergebnisse und alphanumerische Zeichen innerhalb einer Zeile zu drucken. Zur Einfügung der im Register X stehenden Zahl in den alphanumerischen Text ist eine Tasten- bzw. Befehlsfolge

[DRUCK] [n] [k] erforderlich. Für n und k ist jeweils eine

Ziffer einzugeben.

Die Ziffer n gibt die maximale Ziffernanzahl der zu druckenden Zahl an. Beachten Sie, daß in dieser Angabe der Dezimalpunkt und das Vorzeichen nicht enthalten sind.
Mit k wird die Anzahl der Nachkommastellen der zu druckenden Zahl eingestellt. Das somit eingestellte Anzeigeformat bleibt bis zu einer Neueinstellung erhalten.
Da zum Druck von Gleitkommazahlen alle 16 Druckpositionen benötigt werden, können innerhalb einer Textzeile nur Festkommazahlen gedruckt werden.

Bevor die umfangreichen Möglichkeiten der Textgestaltung beschrieben werden, beachten Sie zunächst noch folgende Hinweise:

HINWEIS 1:
Befindet sich der Rechner im TEXT-Modus, wird durch die Tasten- bzw. Befehlsfolge [DRUCK] [n] [k] die Zahl im Register X erst dann abgedruckt, wenn die Stelle der Zahl mit der niedrigsten Wertigkeit die 16. Stelle der Druckzeile ist oder wenn die Tasten [ZS] oder [TEXT] bestätigt bzw. die Befehle ZS oder TEXT abgearbeitet wurden.

HINWEIS 2:
Wurden bereits alphanumerische Zeichen vor [DRUCK] [n] [k] eingetastet und die Anzahl n der abzudruckenden Zahl ist so groß, daß die vorgeschriebene Zeilenlänge von 16 Zeichen überschritten wird, so erfolgt zunächst der Druck der alphanumerischen Zeichen in einer ersten Zeile. Die im Register X stehende Zahl wird anschließend in der folgenden Zeile linksbündig unter Beachtung der im HINWEIS 1 angegebenen druckauslösenden Bedingungen gedruckt.

HINWEIS 3:

Die mit DRUCK eingeleitete Tasten- bzw. Befehlsfolge wird ausgeführt, wenn zwei Ziffern für n und k bereitgestellt werden. Wird nur eine Ziffer angegeben, dann ist dies stets der Wert für n. Das gültige Anzeigeformat der Zahl wird nicht verändert.

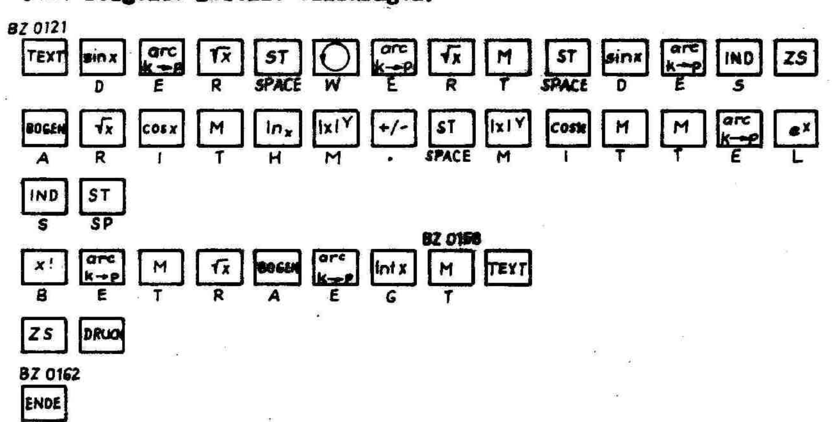
Wird nach DRUCK keine Ziffer angegeben, so wird der Wert im Register X nicht für einen Abdruck bereitgestellt und das gültige Anzeigeformat wird nicht verändert.
In den beiden letztgenannten Fällen erfolgt der Abschluß der Befehlsfolge in der gleichen Weise wie bei der verkürzten Adressendarstellung.

HINWEIS 4:
Wenn der Inhalt des Registers X wertmäßig größer ist als die Angaben in der Tasten- bzw. Befehlsfolge nach DRUCK , so wird der angegebene Wert für n nicht berücksichtigt und die Zahl wird entsprechend ihrer Wertigkeit gedruckt.
In diesem Falle handelt es sich um einen Programmierfehler, dessen Auswirkungen in einer Veränderung des gewünschten Druckbildes zu erwarten sind.
Vergleichen Sie hierzu das nachfolgende Beispiel 2.

HINWEIS 5:
Wenn der Inhalt des Registers X wertmäßig kleiner ist als die Angaben in der Tasten- bzw. Befehlsfolge nach DRUCK , so wird der gerundete Wert der Zahl (entspricht dem angezeigten Wert) gedruckt. Vergleichen Sie dazu das folgende Beispiel 3.

Betrachten Sie nun folgende Beispiele!

Beispiel 1:
Im Abschnitt 4.6., Beispiel 2, ist ein Programm zur Berechnung des arithmetischen Mittels angegeben. Dieses Programm soll dahingehend ergänzt werden, daß zum Abschluß der Berechnung das Ergebnis mit dem Satz "DER WERT DES ARITHMETISCHEN MITTELS BETRAEGT" gekennzeichnet wird. Dazu sind ab Befehlszählerstand 0121 folgende Befehle einzufügen:



Druckbild:

D	E	R		W	E	R	T		D	E	S				
A	R	I	T	H	M	.		M	I	T	T	E	L		
B	E	T	R	A	E	G	T								
					N	U	M		Ø	4					
							3	,	4	Ø	5				

Wie Sie aus der vorangegangenen Befehlsfolge erkennen können, wird der Inhalt von Register X, also das Ergebnis 3,405, nicht im TEXT-Modus gedruckt. Um das zu erreichen, müssen Sie die Befehlsfolge nach BETRAEGT (BZ0158) wie folgt ändern.

Befehlsfolge:

BZ 0158 ... [M / T] [ST / SPACE] [DRUCK] [4] [3] [TEXT] [ENDE] BZ 0164

Druckbild:

B	E	T	R	A	E	G	T			3	,	4	Ø	5	

Durch die Befehlsfolge [DRUCK] [4] [3] [TEXT] wird der Druck des Inhalts von Register X unmittelbar nach BETRAEGT angewiesen. Von der Zahl im Register X werden insgesamt 4 Ziffern mit 3 Nachkommastellen gedruckt. Beachten Sie bei der Formulargestaltung, daß für den Abdruck einer Zahl in jedem Falle eine Druckposition für das Vorzeichen und für den Dezimalpunkt vorzusehen ist.

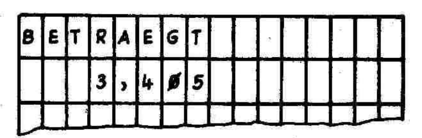
Ist die Stellenzahl des Ergebnisses nicht genau vorauszusehen, so besteht die Möglichkeit, dies bei der Programmierung zu berücksichtigen. Wird für [DRUCK] [4] [3] [TEXT] die Befehlsfolge [DRUCK] [5] [3] [TEXT] programmiert, so können auch Ergebnisse mit 2 Stellen vor dem Dezimalpunkt gedruckt werden. Beachten Sie die Rechtsverschiebung des Ergebnisses um eine Stelle.

Druckbild:

B	E	T	R	A	E	G	T				3	,	4	Ø	5

Programmieren Sie an Stelle der Befehlsfolge [DRUCK] [4] [3] [TEXT] die Befehlsfolge [DRUCK] [6] [3] [TEXT] , so wird das Ergebnis auf Grund der begrenzten Stellenkapazität einer Druckzeile automatisch in der nächsten Zeile gedruckt. Am folgenden Druckbild erkennen Sie, daß es sich hierbei um einen Programmierfehler handelt.

Druckbild:



Durch die Befehlsfolge [DRUCK] [4] [TEXT] an Stelle der Befehlsfolge [DRUCK] [4] [3] [TEXT] wird ebenfalls der Zeilendruck ausgelöst. Der Wert im Register X wird entsprechend dem eingestellten Anzeigeformat gedruckt. Das gültige Anzeigeformat wird durch die oben genannte Befehlsfolge nicht verändert. Ist beispielsweise Gleitkomma-Format eingestellt, ergibt sich folgendes Druckbild. Beachten Sie, daß der Wert des eingeschalteten Numerateurs nur dann gedruckt wird, wenn Gleitkommaformat eingestellt ist.

Druckbild:

B	E	T	R	A	E	G	T								
					N	U	M		Ø	4					
	3	,	4	Ø	5							E		0	0

Ist in einer durch [DRUCK] eingeleiteten Befehlsfolge die Anzahl der programmierten Nachkommastellen größer oder gleich der gewünschten Ziffernstellen (z. B. [DRUCK] [4] [5]), so wird der Fehler F6 (vgl. Abschnitt 8) angezeigt.

Beispiel 2:

Verfolgen Sie die Ausführung der Befehlsfolge (abgespeichert ab Befehlszähler BZ 0000) [1] [0] [STOP] [↑] [x^2]

[TEXT] [ST SPACE] [x↔y X] [↑] [2] [ST SPACE] [GL =] [ST SPACE] [DRUCK] [4] [2] [ST SPACE]

[|x|Y M] [TEXT] [↓] [+] [↑] [SPRUNG] [4] [ENDE] an Hand des folgenden Ausdruckes. Beachten Sie insbesondere die Veränderungen in den einzelnen Druckzeilen, die durch die Werteänderungen im Register X hervorgerufen werden (vgl. HINWEIS 4).

Als Anfangswert wird an der STOP-Stelle die Zahl 8,25 eingegeben.

Druckbild:

	X	↑	2.		=			6	8	,	Ø	6		M	
	X	↑	2		=			3	3	3	,	Ø	6		M
	X	↑	2		=			7	9	8	,	Ø	6		M
	X	↑	2		=			1	4	6	3	,	Ø	6	
M															
	X	↑	2		=			2	3	2	8	,	Ø	6	
M															

Beispiel 3:

Eine fortlaufende Division einer Zahl durch 8, beginnend mit dem Anfangswert 10 (Befehlsfolge [1] [0] [↑] [8] [:]

[TEXT] [ST SPACE] [DRUCK] [3] [2] [TEXT] [SPRUNG] [2] [ENDE]

wird ab Befehlszähler BZ 0000 abgespeichert) führt zu so kleinen Werten, daß sie in dem durch [DRUCK] [3] [2] angewiesenen Druckformat nicht mehr dargestellt werden können (vgl. HINWEIS 5).

In diesem Fall wird analog zur Anzeige automatisch auf Gleitkomma-Format umgeschaltet.

Beachten Sie hierzu das folgende Druckbild zum Beispiel 3:

Druckbild:

		1	,	2	5										
		Ø	,	1	6										
		Ø	,	Ø	2										
		Ø	,	Ø	Ø										
	3	,	Ø	5	1	7	5	7	8	1	3	E	-	Ø	4

TABELLENDRUCK

Besondere Bedeutung gewinnt die Tasten- bzw. Befehlsfolge

DRUCK [n] [k] beim Tabellendruck.

Prinzipiell ist die Anzahl der Tabellenspalten nur durch die Zeilenlänge von 16 Druckstellen begrenzt.

Zunächst sollten Sie sich mit der am häufigsten verwendeten Variante, dem Druck von zwei Spalten, vertraut machen.

Ein derartiger Tabellendruck setzt zwei Folgen DRUCK [n] [k] innerhalb einer Druckzeile voraus. Es ist zweckmäßig, die beiden zugehörigen Spaltenwerte vor der Druckanweisung in den Registern X und Y zur Verfügung zu stellen.

Vor Beendigung einer mit DRUCK beginnenden Folge, also unmittelbar nach DRUCK oder spätestens vor der Eingabe von [k], besteht die Möglichkeit, durch X⇄Y den Wert aus dem Register Y nach Register X zu transportieren.

In diesem Falle wird durch X⇄Y nicht der Buchstabe X eingegeben.

Hierzu ein allgemeines Beispiel:

Nach der Berechnung der Werte x und y sind diese in den Registern X und Y abzuspeichern und anschließend innerhalb einer Zeile zu drucken.
Die Befehlsfolge für dieses Beispiel ist:

[TEXT] [DRUCK] [n] [k] [DRUCK] [x⇄y] [n] [k] [TEXT] oder
[TEXT] [DRUCK] [n] [k] [DRUCK] [n] [x⇄y] [k] [TEXT]

Vor, zwischen und nach den Spalten können beliebige alphanumerische Zeichen eingefügt werden.
Die Angaben für n und k können sich für die Werte x und y unterscheiden.

Die nachfolgenden Beispiele sollen Ihnen veranschaulichen, welche Bedingungen Sie beim Tabellendruck berücksichtigen müssen.
Zu diesem Zweck werden die Werte $-\pi$ im Register X und 9,87654 im Register Y abgespeichert. Diese beiden Zahlen sollen innerhalb einer Zeile, zuerst $-\pi$ und dann 9,87654, gedruckt werden.
Bei der Aufteilung der Zeile ist zu beachten, daß für jede Zahl das Vorzeichen und der Dezimalpunkt eigenständige Druckstellen sind. Ist das Vorzeichen der zweiten Zahl der Zeile immer positiv, dann kann diese Stelle zur Abgrenzung der beiden Zahlen zusätzlich verwendet werden.
Desweiteren können Sie das Druckformat durch Einfügen von alphanumerischen Zeichen, insbesondere von Leerzeichen, steuern.
Beachten Sie deshalb die folgenden Befehlsfolgen und die zugehörigen Druckbilder. Es wird vorausgesetzt, daß jede Befehlsfolge durch [TEXT] eingeleitet und abgeschlossen wird.
Nach der Ausführung jeder Befehlsfolge ist der ursprüngliche Zustand der Register X und Y durch [x⇄y] wiederherzustellen.

Befehlsfolge:

1. [DRUCK] [7] [6] [DRUCK] [x⇄y] [5] [4]
2. [DRUCK] [7] [6] [DRUCK] [4] [x⇄y] [8]
3. [ST / SPACE] [DRUCK] [3] [2] [ST / SPACE] [cos x / I] [DRUCK] [x⇄y] [6] [5]
4. [BOGEN / A] [GL / =] [DRUCK] [3] [2 / _] [ST / SPACE] [x! / B] [GL / =] [DRUCK] [x⇄y] [3] [ZS] [ZS]
5. [DRUCK] [7] [6] [DRUCK] [x⇄y] [6] [5]

Druckbild:

-	3	,	1	4	1	5	9	3		9	,	8	7	6	5
-	3	,	1	4	1	5	9	3		9	,	8	7	7	
	-	3	,	1	4		I		9	,	8	7	6	5	4
A	=	-	3	,	1	4		B	=		9	,	8	8	
-	3	,	1	4	1	5	9	3							
	9	,	8	7	6	5	4								

HINWEIS zur Befehlsfolge 4:

Der erste Befehl [ZS] schließt die durch [DRUCK] begonnene Befehlsfolge ab, ändert das in der vorangegangenen Befehlsfolge [DRUCK] [3] [2] eingestellte Anzeigeformat nicht und löst den Zeilendruck aus. Der zweite Befehl [ZS] bewirkt eine Zeilenschaltung und das anschließende [TEXT] schaltet nur den TEXT-Modus aus.

HINWEIS zur Befehlsfolge 5:

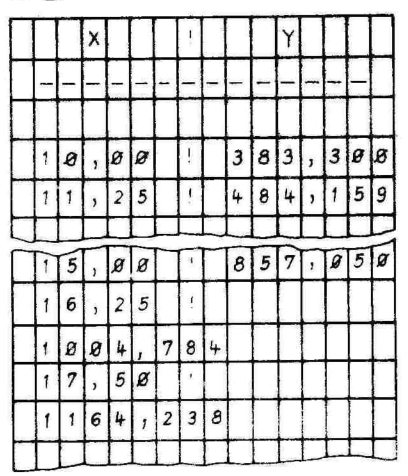
Ein Abdruck der Zahlen innerhalb einer Zeile ist bei der vorgegebenen Zahlenlänge nicht möglich. Es erfolgt automatisch der Druck der zweiten Zahl in der nachfolgenden Zeile.

In einem weiteren Beispiel soll $y = 3{,}75\, x^2 + x - 1{,}7$, beginnend mit $x = 10$, tabellarisch ausgedruckt werden. Nach jedem Ausdruck ist der Wert für x um 1,25 zu erhöhen. Die beiden Spalten sind mit X und Y zu kennzeichnen und durch das Zeichen "!" abzugrenzen. Die Werte für x sind mit 2 und die Werte für y mit 3 Nachkommastellen zu drucken.

Verfolgen Sie das nachfolgend dargestellte Programm.

BZ	Taste	Befehls-code	Bemerkung	BZ	Taste	Befehls-code	
0	MARKE	MRK		50	,	DP	
1	ST	ST		51	7	7	
2	TEXT	TEX		52	-	SUB	
3	ST	SP		53	R→x	TRX	
4	ST	SP		54	1	1	
5	ST	SP	Spalten-	55	TEXT	TEX	
6	XY	X	bezeichnung	56	DRUCK	DRU	
7	ST	SP		57	4	4	
8	ST	SP		58	2	2	Druck X
9	ST	SP	X ! Y	59	ST	SP	
10	NUM	!		60	NUM	!	
11	ST	SP		61	DRUCK	DRU	
12	ST	SP		62	XY	VXY	
13	ST	SP		63	6	6	
14	ST	SP		64	3	3	Druck Y
15	↓	Y		65	TEXT	TEX	
16	ZS	ZS		66	1	1	
17	ST	SP	Unterstrei-	67	,	DP	
18	-	-	chung des	68	2	2	
.	.	.	Tabellen-	69	5	5	
.	.	.	kopfes	70	x→R	TXR	
.	.	.		71	+	ADD	
31	-	-		72	1	1	
32	ST	SP		73	SPRUNG	SPR	
33	ZS	ZS		74	3	3	
34	TEXT	TEX		75	9	9	
35	1	1		76	ENDE	END	
36	0	0		77			
37	x→R	TXR		78			
38	1	1		.			
39	R→x	TRX		.			
40	1	1		.			
41	f	KNO		99			
42	x^2	XH2	X ↑ 2				
43	3	3					
44	,	DP					
45	7	7					
46	5	5					
47	•	MUL					
48	+	ADD					
49	1	1					

Durch Abarbeitung des Programms ergibt sich auszugsweise folgender Druckbeleg:



Auch in diesem Beispiel können Sie feststellen, daß bei Überschreitung der Zeichenkapazität pro Zeile die Zahlen für X und Y zweizeilig gedruckt werden.

Außer dem zweispaltigen Tabellendruck besteht natürlich auch die Möglichkeit, drei oder mehr Spalten pro Zeile zu drucken.
Die erforderliche Übersichtlichkeit und die beschränkte Stellenkapazität pro Zeile begrenzen allerdings die Anzahl der Spalten.

In den folgenden Beispielen soll ein dreispaltiger Tabellendruck erläutert werden. Dazu einige Vorbemerkungen.

Im Gegensatz zum zweispaltigen Tabellendruck werden hier drei Folgen DRUCK [n] [k] für eine Druckzeile vorausgesetzt.
Für jede Spalte einer Zeile wird eine derartige Folge benötigt. Das gilt auch für den Tabellendruck mit mehr als drei Spalten.

Für einen dreispaltigen Tabellendruck sind im TEXT-Modus nacheinander die erforderlichen drei Zahlen in das Register X zu transportieren. Für diese Transporte sind unmittelbar nach einer mit [DRUCK] beginnenden Folge alle Tasten bzw. Befehle der Tastenspalte 06 ([x→R] [R→x] [○] [x⇄y] und [↓]) ausführbar.

Werden also vor dem Druck die Zahlen in den Registern X, Y und Z bereitgestellt, so können [○] [x⇄y] und [↓] verwendet werden.

Erfolgt die Bereitstellung der Zahlen im Datenspeicher, so wird der Datentransport durch [R→x] angewiesen.

Die Leistungsfähigkeit wird noch erweitert, indem Registertransporte und Kelleroperationen während des Tabellendrucks gemeinsam verwendet werden.

Beispielsweise kann durch [○] eine Zahl in das Register X transportiert und noch vor der Druckauslösung durch [x→R] in dem adressierten Datenregister abgespeichert werden.

Darüber hinaus sind alle im Zusammenhang mit den Registertransporten stehenden Operationen, wie Registerarithmetik und indirekte Adressierung, anwendbar.

HINWEIS:

Im Gegensatz zur bereits beschriebenen Anwendung von [x⇄y] ist nach [○] [↓] [x→R] und [R→x] ein zusätzlicher Befehl [DRUCK] einzufügen.

Beachten Sie diesen Unterschied an folgendem Beispiel:

Es sind die beiden Zahlen $-\pi$ (Register X) und 9,87654 (Register Y) innerhalb der gleichen Zeile zu drucken.

Befehlsfolge bei Verwendung von [x⇄y] :

[TEXT] [DRUCK] [7] [6] [DRUCK] [x⇄y] [5] [4] [TEXT]

Befehlsfolge bei Verwendung von [○] :

[TEXT] [DRUCK] [7] [6] [DRUCK] [○] [DRUCK] [5] [4] [TEXT]

Beide Befehlsfolgen führen zum gleichen Ausdruck.

Nun noch einige Beispiele zum Tabellendruck mit 3 Spalten.

Sorgen Sie dafür, daß zu Beginn jeder Befehlsfolge in den entsprechenden Registern die nachfolgenden Zahlen abgespeichert sind.

Register	Inhalt
X	1,11
Y	22,2
Z	333
R001	-4,56
R002	π
R003	0,45

AUFGABE 1:
Druck der Zahlen aus den Kellerregistern in der Reihenfolge X, Y, Z.
Befehlsfolge:

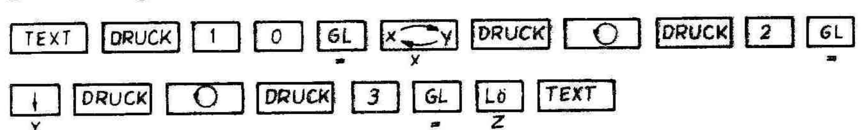
[TEXT] [DRUCK] [3] [2] [DRUCK] [○] [DRUCK] [3] [1] [DRUCK]

[○] [DRUCK] [3] [0] [TEXT]

An Stelle von [○] kann auch [↓] verwendet werden.

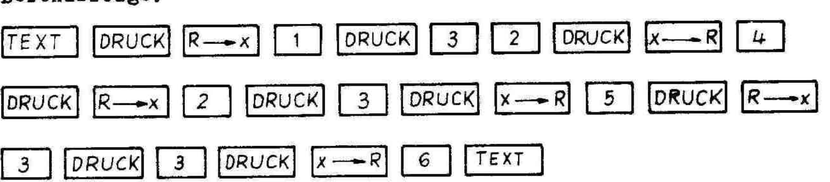
AUFGABE 2:
Druck der ganzzahligen Teile der Zahlen aus den Kellerregistern und Bezeichnung dieser Werte entsprechend der Register.

Befehlsfolge:



AUFGABE 3:
Druck der Zahlen aus den Datenregistern R001, R002 und R003 sowie Abspeicherung dieser Werte in den Datenregistern R004, R005 und R006.

Befehlsfolge:

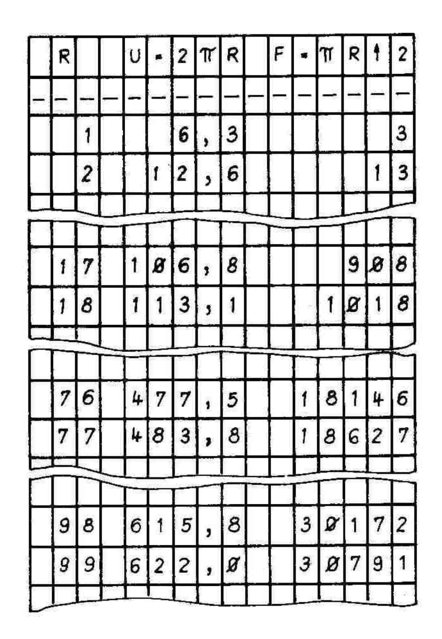


Druckbilder für die drei vorangegangenen Befehlsfolgen:

Aufgabe 1		1	,	1	1		2	2	,	2		3	3	3		
Aufgabe 2		1	=	X		2	2	=	Y		3	3	3	=	Z	
Aufgabe 3	-	4	,	5	6		3	,	1	4		Ø	,	4	5	

Abschließend noch ein Beispiel für die Tabellierung von Radius, Umfang und Flächeninhalt eines Kreises für Radien von 1 bis 99.
Das Programm ist in der Anlage 5 dargestellt.

Verfolgen Sie den nachfolgenden Auszug aus dem Ausdruck!



R	U=2πR	F=π R↑2
1	6,3	3
2	12,6	13
17	1Ø6,8	9Ø8
18	113,1	1Ø18
76	477,5	18146
77	483,8	18627
98	615,8	3Ø172
99	622,Ø	3Ø791

DRUCK VON PROGRAMMEN

Der Rechner robotron K1003 gestattet den Ausdruck von Programmen in der Betriebsart LIST oder gleichzeitig mit dem Eintasten der Befehle in der Betriebsart PROGRAMMEINGABE.
Der Druckvorgang in der Betriebsart LIST wird durch die Tastenfolge [SPRUNG] [m] [LIST] [S/T] gestartet.

Die Adresse m beinhaltet den Befehl, der als erster ausgedruckt werden soll. Der Programmausdruck wird durch Betätigen der Taste [STOP] beendet, nachdem der letzte Befehl ausgedruckt wurde.
Der Programmausdruck enthält für jeden Befehl den Befehlszähler und einen mnemonischen Befehlscode. Der mnemonische Befehlscode besteht aus maximal drei alphanumerischen Zeichen. Er dient zur einfacheren Überprüfung des abgespeicherten Programms. Die Zuordnung der Tasten zum mnemonischen Befehlscode ist in der Anlage 4 dargestellt.
Beachten Sie zum Programmausdruck noch folgende Hinweise:

HINWEIS 1
Befindet sich der Rechner im NORMAL-Modus, so wird der mnemonische Befehlscode entsprechend der ursprünglichen Belegung der Funktionstastatur gedruckt.
Befindet sich der Rechner im TEXT-Modus, so wird der mnemonische Befehlscode entsprechend der zusätzlichen alphanumerischen Belegung der Funktionstastatur gedruckt. Zur besseren Unterscheidung vom NORMAL-Modus erfolgt der Abdruck des mnemonischen Befehlscodes im TEXT-Modus rechtsbündig.
Zur Erläuterung der Programmausdruck folgender Befehlsfolge:

BZ 0124 ... BZ 0131

... [1] [5] [x→R] [5] [TEXT] [BOGEN/A] [GL/-] [0] [,] [1] [7] [TEXT] [R→x] ...

Ø124	1		
Ø125	5		
Ø126	T	X	R
Ø127	5		
Ø128	T	E	X
Ø129			A
Ø13Ø			-
Ø131			Ø
Ø132			,
Ø133			1
Ø134			7
Ø135	T	E	X
Ø136	T	R	X

HINWEIS 2

Tritt in der Betriebsart PROGRAMMEINGABE ein Eingabefehler auf, so ist bei der Fehlerkorrektur zu beachten, ob sich der Rechner im TEXT-Modus befindet oder nicht.

Ist der TEXT-Modus ausgeschaltet, so erfolgt die Programmänderung nach Abschnitt 4.8.

Ist der TEXT-Modus eingeschaltet, so sind für eine Fehlerkorrektur folgende Bedienvorgänge erforderlich.

Nach der Ausschaltung der Betriebsart PROGRAMMEINGABE ist durch [TEXT] der TEXT-Modus auszuschalten. Anschließend wird an die zu korrigierende Stelle des Programms gesprungen, durch [TEXT] der TEXT-Modus und durch [PROGR EING] die Betriebsart PROGRAMMEINGABE wieder eingeschaltet. Jetzt können Sie mit der Änderung der Befehlsfolge beginnen.

Betrachten Sie dazu folgendes Beispiel!

Bei der Eingabe der oben aufgeführten Befehlsfolge ist Ihnen

bei Befehlszählerstand BZ 0131 ein Fehler unterlaufen. Anstelle der Ø haben Sie die Ziffer 2 eingetastet. Sie befinden sich also im TEXT-Modus.

Zur Korrektur schalten Sie durch [PROGR EING] die Betriebsart PROGRAMMEINGABE und anschließend durch [TEXT] den TEXT-Modus aus. Jetzt können Sie durch [SPRUNG] 0131 an die fehlerhafte Stelle in Ihrem Programm springen (falls Sie vorher nicht den TEXT-Modus ausschalten, wird [SPRUNG] 0131 nicht ausgeführt, sondern die alphanumerischen Zeichen Ø 1 3 1 eingegeben). Da Sie die Programmkorrektur im TEXT-Modus vornehmen müssen, ist dieser durch [TEXT] wieder einzuschalten. Nach [PROGR EING] tasten Sie die Ziffer Ø ein, womit die Korrektur des Programms beendet ist.

HINWEIS 3
Für gelöschte Programmspeicherstellen (numerischer Befehlscode 000) wird der mnemonische Befehlscode NUL gedruckt.

HINWEIS 4
Alle numerischen Befehlscodes, außer 000 und die in der Anlage 4 aufgeführten, sind für die Programmabarbeitung ungültig. Für diese Befehlscodes wird einheitlich der mnemonische Befehlscode XXX ausgedruckt. Diese ungültigen Befehlscodes können durch Verfälschung der Information auf der Magnetkarte (z. B. unsachgemäße Behandlung der Magnetkarten) entstehen. In diesem Falle ist der Ausdruck von XXX ein wirksames Mittel zur Erkennung dieser Fehler.

HINWEIS 5
Die Tasten [PAUSE] [ENDE] sind bei eingeschaltetem TEXT-Modus nicht zu ··wenden.

HINWEIS 6

Es ist zweckmäßig, den automatischen Programmausdruck in der Betriebsart LIST erst nach dem letzten Befehl durch Betätigen der Taste STOP zu beenden.

Sollte es trotzdem notwendig sein, den automatischen Ablauf anzuhalten und Sie stellen an Hand der Mnemonik für den letzten ausgedruckten Befehl fest, daß der TEXT-Modus eingeschaltet ist, dann ist anschließend die Betriebsart LIST und der TEXT-Modus auszuschalten.

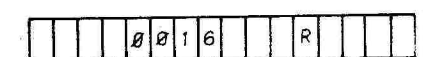
Dazu folgendes Beispiel:

Für das in der Anlage 5 dargestellte Programm wird durch

SPRUNG ↑ LIST ST der Programmausdruck gestartet.

Bei Befehlszähler 0016 wird durch STOP der automatische Ablauf gestoppt.

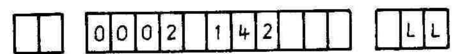
Der Ausdruck



zeigt an, daß der TEXT-Modus eingeschaltet ist.

Zur Fortsetzung des automatischen Programmausdrucks ist durch LIST und TEXT die Betriebsart LIST und der TEXT-Modus auszuschalten. Nach SPRUNG 2 ↑ LIST erfolgt ein Sprung an die Stelle im Programm, die vor der Abbruchstelle den TEXT-Modus einschaltet.

Vergleichen Sie die Anzeige:



Anschließend betätigen Sie ST

Für dieses Beispiel ergibt sich folgender Programmausdruck:

				Ø	Ø	Ø	Ø		M	R	K				
				Ø	Ø	Ø	1		P	I					
				Ø	Ø	Ø	2		T	E	X				
				Ø	Ø	Ø	3								
				Ø	Ø	Ø	4				R				
				Ø	Ø	Ø	5								
				Ø	Ø	Ø	6								
				Ø	Ø	Ø	7				U				
				Ø	Ø	Ø	8				=				
				Ø	Ø	Ø	9				2				
				Ø	Ø	1	Ø				π				
				Ø	Ø	1	1				R				
				Ø	Ø	1	2								
				Ø	Ø	1	3				F				
				Ø	Ø	1	4				=				
				Ø	Ø	1	5				π				
				Ø	Ø	1	6				R				
				Ø	Ø	Ø	2		T	E	X				
				Ø	Ø	Ø	3								
				Ø	Ø	Ø	4				R				

DRUCK VON PROGRAMM UND ERGEBNIS

Zur Überprüfung der Programmabarbeitung besteht die Möglichkeit, gleichzeitig Programm, Numerateur und Inhalt von Register X abzudrucken. Dazu ist die Betriebsart TEST einzuschalten und das Programm zu starten.

Die erste Information auf dem Druckbeleg ist der Inhalt von Register X zu Beginn der Programmabarbeitung. Anschließend wird eine Zeilenschaltung durchgeführt.

Danach erfolgt der Druck mehrzeiliger Informationsblöcke für jeden Befehl. Die Informationsblöcke werden durch eine Zeilenschaltung getrennt.

Aufbau der Informationsblöcke für Befehle im NORMAL-Modus:

1. Zeile: Befehlszähler und mnemonischer Befehlscode
2. Zeile: Numerateur
3. Zeile: aktueller Inhalt von Register X

Ist der Numerateur ausgeschaltet, wird der Inhalt vom Register X in der zweiten Zeile ausgedruckt. Die dritte Zeile entfällt somit.

Aufbau der Informationsblöcke für Befehle im TEXT-Modus:

1. Zeile: Befehlszähler und mnemonischer Befehlscode TEX
2. Zeile: Alphanumerische Zeichen entsprechend der dem Befehl TEXT folgenden Befehle bis zum nächsten Befehl TEXT. Diese Information kann mehrzeilig gedruckt werden, wenn Textlänge und Textaufbau es erfordern.
3. Zeile: Numerateur
4. Zeile: aktueller Inhalt von Register X

Ist der Numerateur ausgeschaltet, wird der Inhalt von Register X in der dritten Zeile gedruckt (vorausgesetzt, der Druck der alphanumerischen Zeichen ist nur einzeilig).

Zur Veranschaulichung der Bedienfolgen beim Testen eines Programms und der sich dabei ergebenden Druckoperationen dient das in der Anlage 5 dargestellte Programmbeispiel.

Durch die Tastenfolge [TEST] [S T M] [π] wird die Programmabarbeitung gestartet. Verfolgen Sie den dadurch entstehenden Programmausdruck, der nachfolgend auszugsweise abgebildet ist.

										Ø					
				Ø	Ø	Ø	2		T	E	X				
	R			U	=	2	π	R		F	=	π	R	↑	2
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
										Ø					
				Ø	Ø	3	6		Z	S					
										Ø					
				Ø	Ø	3	7		1						
	1														
				Ø	Ø	3	8		Ø						
	1	Ø													
				Ø	Ø	3	9		Ø						
	1	Ø	Ø												
				Ø	Ø	4	Ø		T	X	R				
								1	Ø	Ø					
				Ø	Ø	4	Ø		T	X	R				
								1	Ø	Ø					
				Ø	Ø	4	1		1						
								1	Ø	Ø					
				Ø	Ø	4	2		M	O	D				
								1	Ø	Ø					

				Ø	Ø	5	7		V	X	Y				
										6					
				Ø	Ø	5	8		T	E	X				
		1					6	,	3						3
										3					
				Ø	Ø	7	6		1						
	1														

				Ø	Ø	8	5		=	Ø					
									9	8					
				Ø	Ø	9	Ø		S	P	R				
									9	8					
				Ø	Ø	9	1		4						
									9	8					
				Ø	Ø	9	2		6						
									9	8					
				Ø	Ø	9	3		E	N	D				
									9	8					
				Ø	Ø	4	6		T	R	X				
									9	8					
				Ø	Ø	4	7		2						
									9	8					

				Ø	Ø	5	6		M	U	L				
									1	3					
				Ø	Ø	5	7		V	X	Y				
									1	3					
				Ø	Ø	5	8		T	E	X				
		2				1	3								
									1	3					
				Ø	Ø	5	8		T	E	X				
		2			1	2	,	6						1	3
									1	3					
				Ø	Ø	7	6		1						
	1														

Beachten Sie bei der Überprüfung des Ausdrucks folgende Hinweise!

HINWEIS 1:
Für Befehle, außer Ziffern, die die Komplettierung einer Befehlsfolge herbeiführen, werden entsprechend ihrer Bedeutung zwei Informationsblöcke ausgedruckt.
Der erste Block informiert über die Ausführung des Befehls, der die notwendige Komplettierung eingeleitet hat. Der zweite Block informiert über die Ausführung des die Komplettierung abschließenden Befehls.
Dazu folgendes Beispiel.
Der Befehl x——►R am Befehlszähler 0040 beendet den Eingabevorgang für die Zahl 100 (erster Informationsblock) und beginnt gleichzeitig eine Befehlsfolge für den Transport der Zahl 100 in das Datenregister 001 (zweiter Informationsblock).

HINWEIS 2:
Während der Befehlsabarbeitung im TEXT-Modus wird anschließend an den einleitenden Befehl der alphanumerische Text im programmierten Format ausgedruckt. Anschließend an die letzte Textzeile erfolgt der Abdruck des Inhalts von Register X.
Beispiel:
Bei Befehlszähler 0002 wird der TEXT-Modus eingeschaltet.
Bis zum Ausschalten bei Befehlszähler 0035 wird innerhalb zweier Zeilen der Text für den Tabellenkopf gedruckt. Als letzte Information in diesem Block erfolgt der Druck des Inhalts von Register X. Als nächster wird der Informationsblock für den Befehl bei Befehlszähler 0036 abgedruckt.
Verfolgen Sie dazu auch noch den Ausdruck des Informationsblockes an der Stelle des Befehlszählers 0058.

HINWEIS 3:
Der automatische Programmausdruck wird bei Programmende oder mit Hilfe der Taste [STOP] beendet.
Dabei sollten Sie jedoch beachten, daß ein Beenden dieser automatischen Abläufe innerhalb des TEXT-Modus nicht zweckmäßig ist. Sie sollten demzufolge während des TEXT-Modus die Taste [STOP] nicht betätigen. Die erfolgte Einschaltung des TEXT-Modus erkennen Sie daran, daß die fortlaufende Abarbeitung der Befehle zwar angezeigt, aber nicht gedruckt wird.
Sollte jedoch trotzdem die Notwendigkeit bestehen, den Programmtest bei eingeschaltetem TEXT-Modus zu unterbrechen, so ist das Programm mit der Abarbeitung des den TEXT-Modus einschaltenden Befehls fortzusetzen.
Die dafür erforderlichen Bedienvorgänge sollen am folgenden Beispiel erläutert werden.

Während der Abarbeitung der Befehle zwischen Befehlszähler 0058 und 0076 wurde die Taste [STOP] betätigt und damit der automatische Programmtest unterbrochen. Zur Fortsetzung schalten Sie durch [TEST] die Betriebsart TEST und durch [TEXT] den TEXT-Modus aus. Dadurch erfolgt zunächst der Druck des Teils der alphanumerischen Zeichen bis zur Abbruchstelle und anschließend der Druck des Inhalts von Register X.

Durch [SPRUNG] 0058 [TEST] [ST] wird der Programmausdruck mit dem Informationsblock für den Befehl bei Befehlszähler 0058 fortgesetzt.

8. Fehlerbehandlung

FEHLERANZEIGE

In Ihrem Rechner sind Kontrollen eingebaut, die den Ablauf der Rechnung und des Programms ständig überwachen. Erkennt der Rechner einen fehlerhaften Zustand, erscheint folgende Anzeige:

		X	X	X	X		X	X	X		F	X			

Befehlszähler (XXXX) – Befehlscode (XXX) – Fehlerhinweis (FX)

FEHLERHINWEISE

In Abhängigkeit vom Fehler werden die Fehlerhinweise F0, F1, F2, F3, F4, F5, und F6 angezeigt. Diese dienen im Zusammenhang mit den anderen angezeigten Informationen der Fehlerursache.

Fehlerhinweis	Fehlerart	Bemerkungen
F0	Programmspeicherende	Der Befehlszähler entspricht der Einstellung durch die letzte gültige Operation. Der Befehlscode liegt außerhalb des Vorrates.
F1	Datenspeicherende	Der Befehlszähler entspricht der Einstellung zum Zeitpunkt der Fehlerauslösung. Der Befehlscode liegt innerhalb des Vorrates.

Fehler hinweis	Fehlerart	Bemerkungen
F2	Symbolische Adresse nicht vorhanden	Der Befehlszähler steht unmittelbar nach Programmspeicherende. Der Befehlscode liegt außerhalb des Vorrates.
F3	Zahlenbereichsüberschreitung, unerlaubte Operation	Der Befehlszähler entspricht der Einstellg. zum Zeitpunkt der Fehlerauslösung. Es wird der Befehlscode angezeigt, der den Fehler ausgelöst hat.
F4	Drucker defekt	- " -
F5	Papierende	- " -
F6	Formatfehler bei Tabellendruck	- " -

Ursachen für F0:
- Sprung an eine zu große Adresse,
- Abarbeitung des letzten Befehls im Programmspeicher
- kein Programmspeicherbereich vorhanden.

Ursachen für F1:
- Aufruf eines Datenregisters mit einer zu großen Adresse,
- kein Datenspeicherbereich vorhanden.

Ursachen für F2:
- Sprung an eine nicht im Programmspeicher befindliche symbolische Adresse

Ursachen für F3:
- Wurzel einer negativen Zahl
- Division durch Null
- Überschreitung des Zahlenbereiches $1{,}0 \cdot 10^{-98} \leq |x| \leq 9{,}999999999 \cdot 10^{99}$ durch mathematische Grundoperationen
- Überschreitung der zu lässigen Wertebereiche:

X! : $1{,}0 \cdot 10^{-98} \leq |x| \leq 69; x = 0$

e^x; sinhx; coshx $-98 \cdot \ln \leq x < 100 \cdot \ln 10, x = 0$

lg x, ln x	$x \geq 1{,}0 \cdot 10^{-98}$
arc coshx	$x \geq 1$
ar tanhx	$-1 < x < 1$
arc sinx, arc cosx	$-1 \leq x \leq$, x = 0
sinx, cosx, tanx	$x < 10^{11}$
tanx	$(2n + 1)\frac{\pi}{2} \neq x$
$\lvert x \rvert^{y}$	$y \cdot \ln \lvert x \rvert < 100 \ln 10$ $y \cdot \ln \lvert x \rvert > -98 \ln 10$
Umrechnung in polare Koordinaten	$\sqrt{x^2+y^2} < 10^{100}$
Umrechnung in kartesische Koordinaten	$\lvert r \cdot \sin\varphi \rvert > 1{,}0 \cdot 10^{-98}$ $\lvert r \cdot \cos\varphi \rvert < 1{,}0 \cdot 10^{-98}$
Ursachen für F4: FEHLER	- Technischer Defekt
Ursachen für F5:	- kein Papier im Drucker vorhanden
Ursachen für F6:	- bei [DRUCK] [n] [k] ist $k \geq n$.

FEHLERBESEITIGUNG

Nachdem die Fehlerursache mit der Fehleranzeige ermittelt wurde, kann mit der Korrektur begonnen werden.
In jedem Falle ist die Taste [PROGR EING] zu betätigen, wodurch die Anzeige BES ausgeschaltet und die Zahlenanzeige eingeschaltet wird. Es wird empfohlen, anschließend durch [LÖ] oder [GL] eine Löschung der angezeigten Information durchzuführen.
Trat der Fehler während der Programmabarbeitung auf, ist das Programm zu korrigieren. Die Korrektur von Programmen ist in Pkt. 4.8. beschrieben.

9.

Überprüfung der Funktionsfähigkeit

Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit verwenden Sie den als Zubehör mitgelieferten Magnetkartensatz. Auf diesen Magnetkarten sind Programme zur Funktionskontrolle der einzelnen Bestandteile Ihres Rechners abgespeichert. Diese Programme sind folgenden Spurnummern zugeordnet:

Prüfprogramm	Spur-Nr.
Anzeige und Magnetkarteneinheit	1
Tastatur	2
Arbeitsspeicher	3
Mikroprogrammspeicher	4
Funktionsblock MATHEMATIK	5
Funktionsblock STATISTIK	6
Drucker	7

Bevor Sie mit der Überprüfung Ihres Rechners beginnen, beachten Sie noch folgende Hinweise:

HINWEIS 1:

Zur Eingabe aller Prüfprogramme wird die Magnetkarteneinheit verwendet. Das Ergebnis jeder Prüfung wird in der Anzeige dargestellt. Deshalb sollten Sie, bevor Sie mit der Überprüfung der anderen Bestandteile Ihres Rechners beginnen, zuerst die Überprüfung von Anzeige und Magnetkarteneinheit vornehmen.

HINWEIS 2:

Jedes Prüfprogramm kann beliebig wiederholt werden, unabhängig vom Ergebnis der vorangegangenen Prüfung.

HINWEIS 3 :

Wird am Ende einer Prüfung ein Fehler festgestellt, sollten Sie diese Prüfung zunächst wiederholen. Bei erneuter Fehleranzeige wenden Sie sich an Ihren zuständigen Kundendienststützpunkt.

HINWEIS 4:

Nachdem Sie die Prüfung von Anzeige und Magnetkarteneinheit abgeschlossen haben, können Sie die Reihenfolge der weiteren Prüfungen beliebig wählen.

HINWEIS 5:

Bei allen Prüfungen werden in der Zahlenanzeige zusätzliche Fehlerinformationen dargestellt.

Mit Ausnahme der Überprüfung von Anzeige, Magnetkarteneinheit und Tastatur dienen diese Hinweise nur zur Information des Kundendienstes.

Bedienung des Rechners zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit:

Einschalten, [D/P] [n]   n = 000
n = 018

ANZEIGE UND MAGNETKARTENEINHEIT

[MKL] , danach Einstecken der Magnetkarte mit der Spur-Nr. 1.

Nach Beendigung des Lesevorganges: [SPRUNG] [↑]

[MKS] , danach Einstecken einer ungeschützten Magnetkarte.

Nach Beendigung des Schreibvorganges: [SPRUNG] [↑]

[MKL], danach Einstecken der zuvor beschriebenen Magnetkarte.

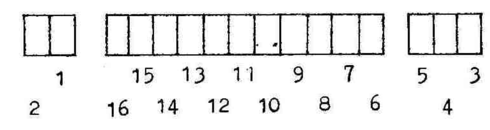
Nach der Beendigung des Lesevorganges sind die

Tasten [STM] [STM] zu betätigen.

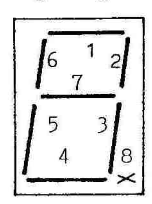
Anschließend kontrollieren Sie folgende Anzeigen:

- Die Zustandsanzeigen werden der Reihe nach, rechts beginnend, für jeweils 0,5 s angezeigt.
- Die Ziffer 8 wird in nachstehender Reihenfolge für jeweils 0,5 s angezeigt.

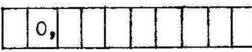
Reihenfolge:

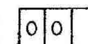


- In der niedrigsten Numerateurstelle (Anzeigeposition 1) werden die einzelnen Segmente eines Anzeigeelements in nachstehender Reihenfolge angezeigt.



- Erscheint die Anzeige 





sind Anzeige und Magnetkarteneinheit des Rechners funktionsfähig. Erkennen Sie Abweichungen in der genannten Anzeigefolge, so ist die Anzeige oder die Magnetkarteneinheit defekt.

TASTATUR

MKL , danach Einstecken der Magnetkarte mit der Spur-Nr. 2.

Nach der Beendigung des Lesevorganges

sind die Tasten STM STM zu betätigen.

Anschließend sind alle Tasten einmal spaltenweise zu drücken. Der Vorgang beginnt links oben mit der Taste BOGEN . Die weitere Reihenfolge ist X! lg x usw. Nach Betätigen von KOMMA als letzte Taste wird im Numerateur P2 angezeigt.

Damit ist die Tastaturprüfung beendet. Die Tastatur ist funktionsfähig.

Wird während der Tastaturprüfung ein Fehler festgestellt, erscheint im Numerateur der Fehlerhinweis F2. Die angezeigte Gleitkommazahl ist der Befehlscode der Taste, die in der vorgeschriebenen Reihenfolge zu drücken war.

Beispiel für eine Fehleranzeige:



Vom Rechner wurde entsprechend der vorgegebenen Reihenfolge das Betätigen der Taste ENDE (Befehlscode 165) erwartet. Der Rechner erkennt die zuletzt gedrückte Taste nicht als ENDE

Nach jeder Fehleranzeige sollten Sie durch STM STM die Tastaturprüfung wiederholen.

Wiederholt sich die Fehleranzeige, so ist die Tastatur fehlerhaft.

ARBEITSSPEICHER

| MKL | , danach Einstecken der Magnetkarte mit der Spur-Nr. 3.

Nach Beendigung des Lesevorganges ist die auf dem Typenschild Ihres Rechners angegebene Arbeitsspeicherkapazität wie folgt einzugeben:

Ausrüstungsvarianten	einzugebende Zahl
robotron K 1003-1	1
robotron K 1003-2	2
robotron K 1003-3	3
robotron K 1003-4	4

Anschließend betätigen Sie | STM | | STM | . Mit der Anzeige von P3 im Numerateur ist die Überprüfung des Arbeitsspeichers beendet. Der Arbeitsspeicher ist funktionsfähig.

Erscheint anstelle von P3 der Fehlerhinweis F3, so ist der Arbeitsspeicher fehlerbehaftet.

MIKROPROGRAMMSPEICHER

| MKL |, danach Einstecken der Magnetkarte mit der Spur-Nr. 4.

Nach der Beendigung des Lesevorganges sind die Tasten | STM | | STM | zu drücken.

Wird im Numerateur P4 angezeigt, ist der Mikroprogrammspeicher funktionsfähig. Damit können alle über die Tastatur aufrufbaren Funktionen fehlerfrei ausgeführt werden.

Erscheint anstelle von P4 der Fehlerhinweis F4, so ist der Mikroprogrammspeicher defekt.

FUNKTIONSBLOCK MATHEMATIK

Für diese Prüfung wird vorausgesetzt, daß der Funktionsblock MATHEMATIK in das Fach 1F eingesteckt wurde.

[MKL], danach Einstecken der Magnetkarte mit der Spur-Nr. 5.

Nach der Beendigung des Lesevorganges sind die Tasten [STM] [STM] zu drücken.

Wird im Numerateur P5 angezeigt, ist der Funktionsblock MATHEMATIK funktionsfähig.

Erscheint anstelle von P5 der Fehlerhinweis F5, so ist der Funktionsblock MATHEMATIK defekt.

FUNKTIONSBLOCK STATISTIK

Für diese Prüfung wird vorausgesetzt, daß der Funktionsblock STATISTIK in das Fach 1F eingesteckt ist.

[MKL], danach Einstecken der Magnetkarte mit der Spur-Nr. 6.

Nach der Beendigung des Lesevorganges sind die Tasten [STM] [STM] zu drücken.

Wird im Numerateur P6 angezeigt, ist der Funktionsblock STATISTIK funktionsfähig.

Erscheint anstelle von P6 der Fehlerhinweis F6, so ist der Funktionsblock STATISTIK defekt.

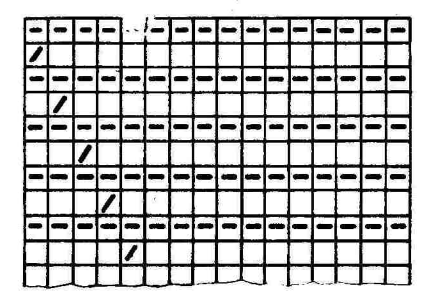
DRUCKER

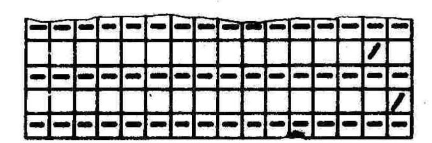
[MKL], danach Einstecken der Magnetkarte mit der Spur-Nr. 7.

Nach Beendigung des Lesevorganges sind die Tasten [STM] [STM] zu drücken.

Anschließend erfolgt ein Kontrolldruck , den Sie mit der folgenden Abbildung vergleichen sollten .

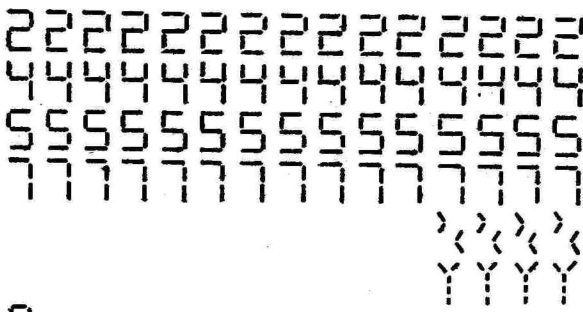
Kontrolldruck :





Wird im Numerateur P7 angezeigt, ist der Drucker funktionsfähig. Erscheint anstelle von P7 der Fehlerhinweis F7, so ist der Drucker defekt .

Anschließend kontrollieren Sie folgenden Ausdruck:



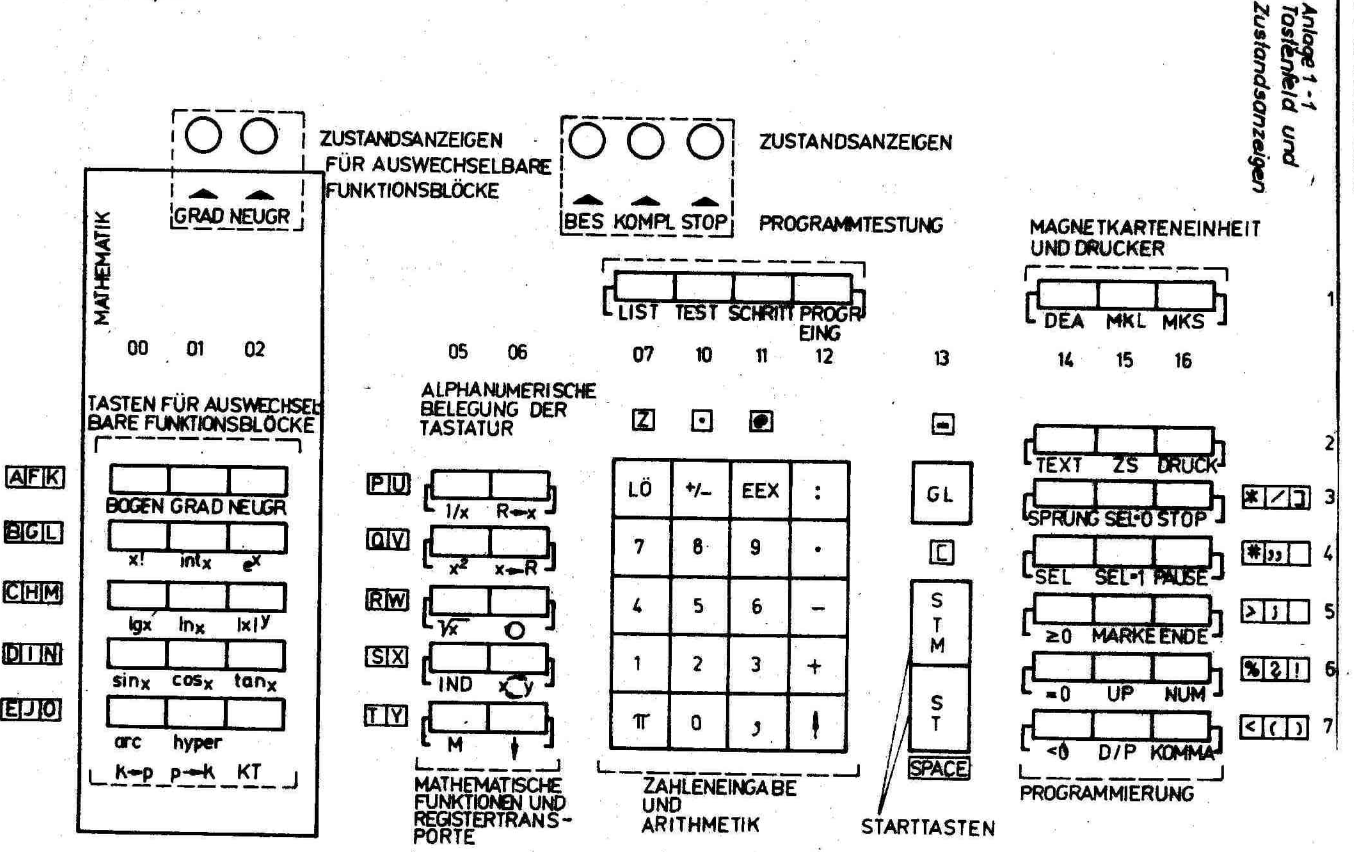
```
8.
 8.
  8.
   8.
    8.
     8.
      8.
       8.
        8.
         8.
          8
           8
           ˅
           ˄
            8
            ˅
            ˄
             8
             ˅
             ˄
              8
              ˅
              ˄
```

Wird der Numerateur P7 angezeigt, ist der Drucker funktionsfähig.

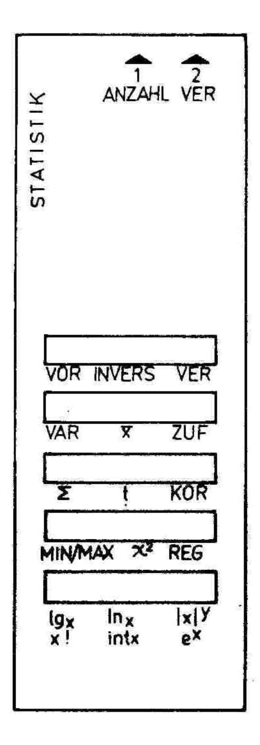
Erscheint anstelle von P7 der Fehlerhinweis F7, so ist der Drucker defekt.

1.11.003001.0/53

Anlage 1 - 1
Tastenfeld und Zustandsanzeigen



Anlage 1-2


STATISTIK
1
ANZAHL
2
VER
VOR INVERS VER
VAR x̄ ZUF
Σ t KOR
MIN/MAX χ² REG
lgx lnx |x|^y
x! intx e^x

Anlage 2
Kurzbeschreibung

ANZEIGEN

ZAHLENEINGABE

Festkomma:

0	3		-						1	2	3,	4	5				

Numerateur — VZ — Festkommazahl

Gleitkomma:

0	4		-	1,	2	.3	4	5							-	0	2

Numerateur — VZ Mantisse — VZ Exponent

PROGRAMMANZEIGE

			X	X	X	X		X	X	X		X	X			X	X

Befehlszähler — Befehlscode — Hinweis — Betriebsart

Hinweis:
FX Fehlerhinweis
HX Bedienhinweis

Betriebsart:
PP PROGRAMM-EINGABE
LL LIST
HH TEST

TEXT-Modus

																	A	A

ZUSTANDSANZEIGEN

STOP

GERÄT IM STOP-ZUSTAND
Einschaltung: STOP
Ausschaltung: jede nachfolgende Taste

KOMPL

EINTASTFOLGE UNVOLLSTÄNDIG
Einschaltung: NUM, KOMMA, D/P, MARKE, STM, SEL, – 0, = 0, 0, x R, R x, SPRUNG
Ausschaltung: durch Abschluß der Eintastfolge

BES

GERÄT IM BESETZT-ZUSTAND

Anzeige eingeschaltet: während einer Operationsausführung und im Fehlerzustand

Anzeige ausgeschaltet: Rechner kann bedient werden

ADRESSIERUNG

DATENSPEICHER

vollständige Form der Adresse [n] : 3 Ziffern

verkürzte Form der Adresse [n] : ohne Vornullen

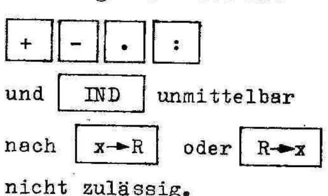
Adressenabschluß durch Funktionstaste außer

LIST | TEST | PROGR EING

DEA | MKL | MKS

Funktionstaste wird ausgeführt.

Für Adressierung des Datenregisters 000 ist



+ | - | . | :

und IND unmittelbar

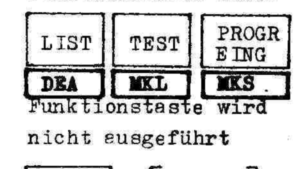
nach x→R oder R→x

nicht zulässig.

PROGRAMMSPEICHER

absolute Adressierung:

- vollständige Form der Adresse [m] : 4 Ziffern
- verkürzte Form der Adresse [m] : ohne Vornullen
  Adressenabschluß durch Funktionstaste außer



Funktionstaste wird nicht ausgeführt

symbolische Adressierung: MARKE [SYMBOL]

FEHLERHINWEISE UND BEDIENHINWEISE

FEHLERHINWEISE:

F0	Programmspeicherende
F1	Datenspeicherende
F2	Nicht vorhandene symbolische Adresse
F3	Überschreitung des Zahlenbereiches, unerlaubte Operation
F4	**Drucker defekt**
F5	**Papierende**
F6	**Formatfehler bei Tabellendruck**

Rücksetzung des Fehlerzustandes durch **PROGR EING**

BEDIENHINWEISE:

H1	**Schreibsperre**
H2	**Reihenfolgefehler**
HL	**Leerkarte**
HF	**Folgekarte erforderlich**

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
ZAHLENEINGABE		
Zifferneingabe	Ziffern und Komma → X	0 … 9 ,
Vorzeichenwechsel	Vorzeichenwechsel von einzugebenden Zahlen	+/-
Umschaltung auf Exponenteneingabe		EEX
Eingabe π	3,14159265360 → X	π
LÖSCHEN		
Löschen X	0 → X Rücksetzen einer Datenspeicheroperation	LÖ
Löschen Kellerspeicher	0 → X, Y und Z	GL
KELLEROPERATIONEN		
nach oben	z → geht verloren y → Z x → Y x → X Eingabetaste	↑
nach unten	z → Z z → Y y → X x → geht verloren	↓

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
Verteuschen x und y	z → Z y → X x → Y	x⇄y
Zyklische Vertauschung	z → Z z → Y y → X x → Z	⟳
ARITHMETIK	z → Z z → Y y, x → X y {+ − · :} x → X	+ − · :
EINFACHE FUNKTIONEN Kehrwert von x Quadrat von x Quadratwurzel von x	$\frac{1}{x}$ → X x^2 → X $\sqrt{x}$ → X } Y und Z werden nicht verändert	$1/x$ x^2 $\sqrt{x}$
ZUORDNUNG REGISTER	D/P [n] , n... Anzahl Register	D/P
REGISTEROPERATIONEN Speicher im Register n Registerarithmetik	x→R [n] x → Register n x→R {+ − · :} [n] Register n {+ − · :} x → Register n	x→R

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
Abruf aus Register n	[R→x] [n] Register n→ X	[R→x]
Registerarithmetik	[R→x] {± · :} [n] x {± · :} Register n→X	
Indirektes Speichern (mit Register n)	[x→R] [IND] [n] x Register m*	[IND]
Indirekter Abruf (mit Register n)	[R→x] [IND] [n] Register m X*	
Indirekte Register-arithmetik (mit Register n)	[x→R] [IND] {± · :} [n] Register m {± · :} x → Register m* [R→x] [IND] {± · :} [n] x {± · :} Register m→X* * (Adresse für Register m ist Inhalt von Register n)	
UNBEDINGTE SPRÜNGE	[SPRUNG] [m] (absolute Adresse) [STM] [SYMBOL] (symbolische Adresse) [ENDE] [STOP] [PAUSE] [UP] sind nicht als SYMBOL zulässig	[SPRUNG] [STM]

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
BEDINGTE SPRÜNGE	nein / ja ≥ 0, = 0, < 0, SEL — Adresse oder Befehle; Fortsetzung bei erfüllter Bedingung — Fortsetzung bei nicht erfüllter Bedingung	≥ 0 = 0 < 0 SEL
Einschalten Selektor		SEL=1
Ausschalten Selektor		SEL=0
UNTERPROGRAMME		UP
unbedingter Sprung, absolute Adresse	SPRUNG UP □ □ □ □ □ A R	
unbedingter Sprung, symbolische Adresse	STM UP SYMBOL □ A R	
bedingter Sprung , absolute Adresse	nein / ja □ UP □ □ □ □ □ A R	
bedingter Sprung, symbolische Adresse	nein / ja □ STM UP SYMBOL □ □ A R A... Absprungadresse R... Rücksprungadresse (letzter Befehl eines Unterprogramms ist UP)	
PROGRAMM-START absolute Adresse	SPRUNG [m] ST	ST
symbolische Adresse	STM SYMBOL	STM

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
PROGRAMM-STOP	Programmunterbrechung für Ein- und Ausgabe; zählt Numerateur weiter	STOP
PROGRAMM-PAUSE	Anzeige von x für etwa 1 Sekunde	PAUSE
PROGRAMM-ENDE	Schaltet Numerateur aus; steuert als letzter Programmbefehl Ein- und Ausgabe der Magnetkarten	ENDE
KENNZEICHNUNG VON EIN- UND AUSGABESTELLEN	NUM [m] n... 2 Ziffern oder verkürzte Ausgabe; Befehl STOP zählt eingeschalteten Numerateur weiter	NUM
EINSTELLUNG DES ANZEIGEFORMATS	KOMMA 1 Festkomma, 1 Nachkommast. ⋮ KOMMA 9 Festkomma, 9 Nachkommast. KOMMA , Gleitkomma	KOMMA
PROGRAMMKENNZEICHNUNG	MARKE [SYMBOL] symbolische Adresse	MARKE

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
SYMBOLISCHE ADRESSE M	MARKE M	M
PROGRAMMEINGABE	Ein- und Ausschaltung der Betriebsart PROGRAMMEINGABE, Abspeicherung der Befehle, Rücksetzung des Fehlerzustandes	PROGR EING
LIST	Ein- und Ausschaltung der Betriebsart LIST, Befehlsanzeige in Reihenfolge der Abspeicherung	LIST
absolute Adresse	SPRUNG [m] LIST dann ST oder SCHRITT	
symbolische Adresse	LIST STM [SYMBOL]	
TEST	Ein- und Ausschalten der Betriebsart TEST, Befehlsanzeige und -abarbeitung in Reihenfolge der Abarbeitung	TEST
absolute Adresse	SPRUNG [m] TEST dann ST oder SCHRITT	
symbolische Adresse	TEST STM SYMBOL	

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
SCHRITT-BETRIEB PROGRAMMEINGABE	Anzeige des nächsten Befehls	SCHRITT
LIST	Anzeige des nächsten Befehls	
TEST	Abarbeitung des angezeigten und Anzeige des nächsten Befehls	
MANUELLES RECHNEN	Abarbeitung eines Befehls und Anzeige x	
MAGNETKARTEN-EINHEIT Lesen	SPRUNG [m] MKL Hinweise: H2 Reihenfolgefehler HL Leerkarte HF Folgekarte (Numerateur zeigt Nr. der Folgekarte)	MKL
Schreiben	SPRUNG [m] MKS Hinweise: H1 Schreibsperre HF Folgekarte (Numerateur zeigt Nr. der Folgekarte)	MKS

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
DRUCKER		
Drucker Ein- und Ausschalten		DEA
TEXT-Modus Ein- und Ausschalten	Bei eingeschaltetem TEXT-Modus erfolgt Eingabe und Zeilendruck alphanumerischer Zeichen. Auslösung des Zeilendrucks: - nach Eingabe des 16. Zeichens - durch Taste oder Befehl ZS oder - durch Taste oder Befehl TEXT	TEXT
Druck X		DRUCK
NORMAL-Modus	Druck X entsprechend eingestelltem Anzeigeformat	
TEXT-Modus	DRUCK [n] [k] Druck X innerhalb einer Textzeile n ... max. Ziffernzahl k ... Anzahl der Nachkommastellen Tabellendruck (2 Spalten): DRUCK [n] [k] DRUCK x⇄y [n] [k] Tabellendruck (i Spalten) mit Keller- und Registeroperationen: Tasten- bzw. Befehlsfolgen zu Anweisung des Druckes einer Tabellenspalte DRUCK [n] [k] DRUCK x⇄y [n] [k] DRUCK { O / ↓ } DRUCK [n] [k]	

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
	DRUCK {X→R Adr. / R→X Adr.} DRUCK [n] [k] DRUCK {X→R / R→X} IND {+ / - / : / •} Adr. DRUCK [n] [k] vgl. Registerarithmetik	
Zeilenschaltung NORMAL-Modus TEXT-Modus	Ausführung einer Zeilenschaltung - Auslösung des Zeilendrucks bei vorangegangener Eingabe alphanumerischer Zeichen - Ausführung einer Zeilenschaltung, wenn vorher keine alphanumerischen Zeichen eingegeben wurden	ZS

FUNKTIONSBLOCK MATHEMATIK

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN	[sin x] sin x→X [cos x] cos x→X [tan x] tan x→X [arc K→p] {sin x, cos x, tan x} arc {sin, cos, tan} x→X [hyper P→K] {sin x, cos x, tan x} {sin, cos, tan} hx→X [arc K→P] [hyper P→K] {sin x, cos x, tan x} arc {sin, cos, tan} hx→X Y und Z werden nicht verändert	[sin x] [cos x] [tan x] [arc K→P] [hyper P→K]
EINSTELLUNG DES WINKELMASSES	Umrechnung von x in ein Winkelmaß BOGEN, GRAD oder NEUGR. Eingeschaltetes Winkelmaß gilt bis zur erneuten Umschaltung.	[BOGEN] [GRAD] [NEUGR]

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
LOGARITHMEN UND EXPONENTIALFUNKT.	lg x → X ln x → X e^x → X Y und Z werden nicht verändert z → Z y → Y x → X $\|x\|^y$ → X	lg X ln x e^x $/x/^y$
KOORDINATEN-TRANSFORMATION kartesisch polar polar kartesisch	x - Koordinate in X y - Koordinate in Y arc K→P KT φ→Y, r→X r in X, φ in Y hyper P→K KD x - Koordinate →X y - Koordinate →Y φ im Bogenmaß, Z gelöscht	KT
GANZZAHLIGER WERT	ganzzahliges x→X	int x
FAKULTÄT	x!→X	x !

ZUSTANDSANZEIGEN

GRAD

WINKELMASS GRAD

Einschaltung: [GRAD]

Ausschaltung: [BOGEN] [NEUGR]

sowie Tastenfolgen

[arc K→P] [KT] oder

[hyper P→K] [KT]

NEUGR

WINKELMASS NEUGRAD

Einschaltung: [NEUGR]

Ausschaltung: [BOGEN] [GRAD]

sowie Tastenfolgen

[arc K→P] [KT] oder

[hyper P→K] [KT]

Anlage 2 (Ergänzung der Kursbeschreibung)

FUNKTIONSBLOCK STATISTIK

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
EINSTELLEN DER ANZAHL DER VERÄNDERLICHEN	[k] [VER] k ... 1, 2, 3 k | Name der Veränderlichen 1 | x 2 | x, y 3 | x, y, z Der eingeschaltete Zustand wird durch Zustandsanzeigen angezeigt und gilt bis zur nächsten Einstellung.	[VER]
VORBEREITEN VON OPERATIONEN	1. Definition von Datenregister-Inhalten vgl. [Σ] [t] [x^2] [MIN/MAX] 2. Umschalten auf andere Tastenbelegung vgl. [lgx/x!] [lnx/intx] [/x/^{y}/e^y]	[VOR]
KORREKTUR	Ausführen der inversen Funktion der nachfolgenden Taste vgl. [Σ] [t] [x^2]	[INVERS]

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
HÖHERE MATHMATISCHE FUNKTIONEN	[lgx/x!] lgx → X [VOR] [lgx/x!] x! → X [lnx/intx] lnx → X [VOR] [lnx/intx] ganzzahliges x → X [VOR] [/x/^y/e^x] e^x → X Y und Z werden nicht verändert [/x/^y/e^x] z → Z, → Y $/x/^y$ → X	[lgx/x!] [lnx/intx] [/x/^y/e^x]
SUMMATION Vorbereiten der Summation	[VOR] [Σ] Löschen der Datenregister k | Adressen 1 | 000 bis 002 2 | 000 bis 005 3 | 000 bis 009	[Σ]
Summation	[Σ] (nach Eingabe x → X, y → Y, z → Z) Summation mit den Datenregistern.	

<table>
<tr><th>OPERATION</th><th>BEMERKUNG</th><th>TASTE</th></tr>
<tr><td></td><td>000 + 1 → 000 (p)
001 + x → 001 (Σ x)
002 + x^2 → 002 (Σx^2) [k=1]
003 + y → 003 (Σ y)
004 + x.y → 004 (Σ x.y)
005 + y^2 → 005 (Σy^2) [k=2]
006 + z → 006 (Σ z)
007 + x.z → 007 (Σ x.z)
008 + y.z → 008 (Σ y.z)
009 + z^2 → 009 (Σz^2) [k=3]</td><td></td></tr>
<tr><td>KORREKTUR DER SUMMATION</td><td>[INVERS] [Σ]

Nach Bereitstellen des falschen Wertepaars Ausführung der inversen Funktion von [Σ]

Der Kellerspeicher wird durch [Σ] nicht verändert.</td><td></td></tr>
<tr><td>MITTELWERT</td><td>Summation ist Voraussetzung
Kellerspeicher nach der Operation:

k | X | Y | Z
1 | $\bar{x}$ | 0 | 0
2 | $\bar{x}$ | $\bar{y}$ | 0
3 | $\bar{x}$ | $\bar{y}$ | $\bar{z}$</td><td>[$\bar{x}$]</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>OPERATION</th><th>BEMERKUNG</th><th>TASTE</th></tr>
<tr><td>VARIANZ</td><td>Summation ist Voraussetzung
Kellerspeicher nach der
Operation:
<table>
<tr><th>k</th><th>X</th><th>Y</th><th>Z</th></tr>
<tr><td>1</td><td>s_x^2</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>2</td><td>s_x^2</td><td>s_y^2</td><td>0</td></tr>
<tr><td>3</td><td>s_x^2</td><td>s_y^2</td><td>s_z^2</td></tr>
</table></td><td>VAR</td></tr>
<tr><td>REGRESSION</td><td>Summation ist Voraussetzung
Kellerspeicher nach der
Operation:
<table>
<tr><th>k</th><th>X</th><th>Y</th><th>Z</th></tr>
<tr><td>2</td><td>a_1</td><td>a_o</td><td>0</td></tr>
<tr><td>3</td><td>a_1</td><td>a_2</td><td>a_o</td></tr>
</table>
$y = a_o + a_1 \cdot x$ (k = 2)
$z = a_o + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y$ (k = 3)</td><td>REG</td></tr>
<tr><td>KORRELATION</td><td>Summation ist Voraussetzung
Kellerspeicher nach der
Operation:
<table>
<tr><th>k</th><th>X</th><th>Y</th><th>Z</th></tr>
<tr><td>2</td><td>r^2</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>3</td><td>r^2</td><td>0</td><td>0</td></tr>
</table></td><td>KOR</td></tr>
</table>

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
MINIMAL- UND MAXIMALWERTE		MIN/MAX
Vorbereiten der Berechnung	VOR MIN/MAX Datenregister nach der Operation: (siehe Tabelle 1) c ... 9,99 ... 9 x 10^{99} d ... -9,99 ... 9 x 10^{99} x ... unveränderter Wert	
Berechnen der Minimal- und Maximalwerte	MIN/MAX Datenregister nach der Operation: (siehe Tabelle 2) Der Kellerspeicher wird nach MIN/MAX nicht verändert.	

Tabelle 1:

k	010	011	012	013	014	015
1	c	d	x	x	x	x
2	c	d	c	d	x	x
3	c	d	c	d	c	d

Tabelle 2:

k	010	011	012	013	014	015
1	x_{min}	x_{max}				
2	x_{min}	x_{max}	y_{min}	y_{max}		
3	x_{min}	x_{max}	y_{min}	y_{max}	z_{min}	z_{max}

OPERATION	BEMERKUNG	TASTE
PSEUDO-ZUFALLSZAHLEN	Vor der ersten Betätigung von ZUF: Zahl Datenregister 016 Zahl ... 10stelliger Dezimalbruch, alle Ziffern von 0 ... 9 sind in willkürlicher Reihenfolge enthalten, Vorzeichen der eingegebenen Zahl gleich Vorzeichen der Pseudozufallszahl. Nach jedem Betätigen von ZUF: Pseudo-Zufallszahl → Register X → Datenregister 016 Register Y und Z bleiben unverändert.	ZUF
t-TEST Vorbereiten des t-Tests	VOR t Löschen der Datenregister 000 bis 002	t
Berechnung von t_B	t (nach Eingabe: x→X und y→Y)	

<table>
<tr><th>OPERATION</th><th>BEMERKUNG</th><th>TASTE</th></tr>
<tr><td></td><td>Kellerspeicher nach der Operation:
$\frac{\sum(x-y)}{p} \rightarrow Z$
$p \rightarrow Y$
$t_B \rightarrow X$
p ... Anzahl der Wertepaare x, y

Datenregister | Inhalt
000 | p
001 | $\sum(x-y)$
002 | $\sum(x-y)^2$</td><td></td></tr>
<tr><td>Korrektur der Berechnung von t_B</td><td>[INVERS] [t]
nach Eingabe des falschen Wertepaars Ausführen der inversen Funktion von [t]</td><td></td></tr>
<tr><td>χ^2-TEST
Vorbereiten des χ^2-Tests</td><td>[VOR] [χ^2]
Löschen der Datenregister 000 und 001</td><td>[χ^2]</td></tr>
<tr><td>Berechnen von χ_B^2</td><td>[χ^2]
(nach Eingabe: $x \rightarrow X$ und $y \rightarrow Y$)
Kellerspeicher nach der Operation:
$0 \rightarrow Z$
$p \rightarrow Y$
$\chi_B^2 \rightarrow X$</td><td></td></tr>
</table>

	p ... Anzahl der Wertepaare x, y Datenregister Inhalt 000 p 001 $\sum \frac{(x-y)^2}{y}$	
Korrektur der Berechnung von χ_B^2	[INVERS] [x^2] Nach Eingabe des falschen Wertepaars Ausführung der inversen Funktion von [x^2].	

ZUSTANDSANZEIGEN

Zustandsanzeigen	Veränderliche	
	Anzahl	Namen
⊗ 1 ○ 2	1	x
○ 1 ⊗ 2	2	x, y
⊗ 1 ⊗ 2	3	x, y, z

PROGRAMM-FORMULAR K 1000

PROGRAMM Sortierung einer Zahlenreihe und Summenbildung PROGRAMM-NR. 4 BLATT 1 VON 1
PROGRAMMIERER ______ DATUM ______
GESAMTZAHL BEFEHLE 67 GESAMTZAHL DATENREGISTER 10 ZUORDNUNG MAGNETKARTE SORT 1
ADRESSIERUNG STM IND (Beginn bei BZ 0000)

BZ	TASTE	KODE	BEMERKUNG	BZ	TASTE	KODE	BEMERKUNG
0000	MARKE	155		0050	STOP	163	
01	IND	056		51	ST	137	
02	STOP	163	Eingabe des Werte-	52	ST	137	
03	x ⟶ R	064	bereiches der	53	ST	137	
04	9	114	Zahlenreihe	54	R ⟶ x	063	
05	ST	137		55	IND	056	
06	1	076		56	8	104	
07	x ⟶ R	064		57	ST	137	
08	8	104		58	PAUSE	164	Anzeige d. Summen
09	R ⟶ x	063		59	1	076	
10	8	104		60	x ⟶ R	064	
11	R ⟶ x	063		61	+	126	
12	9	114		62	8	104	
13	−	125		63	SPRUNG	143	
14	= 0	146		64	4	075	
15	0	107	Löschen der	65	4	075	
16	0	107	Datenregister ent-	66	ENDE	165	
17	3	116	sprechend des	67			
18	0	107	vorgegebenen	68			
19	GL	133	Wertebereiches	69			
20	x ⟶ R	064		70			
21	IND	056		71			
22	8	104		72			
23	ST	137		73			
24	1	076		74			
25	x ⟶ R	064		75			
26	+	126		76			
27	8	104		77			
28	SPRUNG	143		78			
29	9	114		79			
30	SEL = 1	154		80			
31	STOP	163	Eingabe der Zahlen-	81			
32	x ⟶ R	064	reihe; SEL = 0 vor	82			
33	x ⟶ R	064	Eingabe d. letzten Zahl	83			
34	IND	056		84			
35	+	126	Summation der	85			
36	SEL	144	sortierten Zahlen	86			
37	0	107		87			
38	0	107		88			
39	3	116		89			
40	1	076		90			
41	1	076		91			
42	x ⟶ R	064		92			
43	8	104		93			
44	R ⟶ x	063		94			
45	8	104		95			
46	R ⟶ x	063		96			
47	9	114		97			
48	−	125		98			
49	= 0	146		99			

DATENSPEICHER-BELEGUNG K1000

REGISTER-NR.	BEMERKUNG	REGISTER-NR.	BEMERKUNG
000	Indirekte Adressierung für Zahlensortierung		
001			
002			
003			
004	Summen-Register (001–007)		
005			
006			
007			
008	Indirekte Adressierung für Wertebereich		
009	Wertebereich		
010			
011			
012			
013			
014			
015			
016			
017			
018			
019			
020			
021			
022			
023			
024			

ANLAGE 4 MNEMONISCHER BEFEHLSCODE

Taste: Normal-Modus MATHE	Taste: Normal-Modus STATISTIK	Taste: TEXT-Modus	Numerischer Befehlscode	Mnemonischer Befehlscode: Normal-Modus MATHE	Mnemonischer Befehlscode: Normal-Modus STATISTIK	Mnemonischer Befehlscode: TEXT-Modus
BOGEN	VOR	A	003	BOG	VOR	A
x!	VAR	B	004	FAK	VAR	B
lg x	Σ	C	005	LGX	SUM	C
sin x	MIN/MAX	D	006	SIN	M/M	D
arc/k→p	lg x/x!	E	007	ARC	LGX	E
GRAD	INVERS	F	013	GRD	INV	F
int x	$\bar{x}$	G	014	INT	MIT	G
ln x	t	H	015	LNX	STU	H
cos x	x^2	I	016	COS	CHI	I
hyper/ p→k	ln x/int x	J	017	HYP	LNX	J
NEUGR	VER	K	023	NGR	VER	K
e^x	ZUF	L	024	E ↑ X	ZUF	L
$\lvert x\rvert^y$	KOR	M	025	X ↑ Y	KOR	M
tan x	REG	N	026	TAN	REG	N
KT	$\lvert x\rvert^y/e^x$	O	027	KTR	X ↑ Y	O
1/x		P	053	1/X		P
x^2		Q	054	X ↑ 2		Q
$\sqrt{x}$		R	055	QWX		R
IND		S	056	IND		S
M		T	057	MOD		T
R→x		U	063	TRX		U
x→R		V	064	TXR		V
○		W	065	KUL		W

Taste			Numerischer Befehlscode	Mnemonischer Befehlscode		
NORMAL - Modus		TEXT-Modus		NORMAL - Modus		TEXT-Modus
MATHE	STATISTIK			MATHE	STATISTIK	
x↔y		X	066	VXY		X
↓		Y	067	KNU		Y
LÖ		Z	073	LOE		Z
7		7	074	7		7
4		4	075	4		4
1		1	076	1		1
π		π	077	PI		π
+/-		.	103	+/-		.
8		8	104	8		8
5		5	105	5		5
2		2	106	2		2
0		0	107	0		0
EEX		@	113	EEX		@
9		9	114	9		9
6		6	115	6		6
3		3	116	3		3
,		,	117	DP		,
:		:	123	DIV		:
•		•	124	MUL		x
-		-	125	SUB		-
+		+	126	ADD		+
↑		↑	127	KNO		↑

Taste			Numerischer Befehlscode	Mnemonischer Befehlscode		
NORMAL - Modus		TEXT-Modus		NORMAL - Modus		TEXT-Modus
MATRIX	STATISTIK			MATRIX	STATISTIK	
GL		=	133	GL		=
STM		[	135	STM		[
ST		Space	137	ST		
TEXT		TEXT	142	TEX		TEX
SPRUNG		&	143	SPR		&
SEL		#	144	SEL		#
≥0		>	145	> =Ø		>
=0		%	146	=Ø		%
<0		<	147	<Ø		<
ZS		ZS	152	ZS		ZS
SEL=0		/	153	S=Ø		/
SEL=1		"	154	S=1		"
MARKE		;	155	MRK		;
UP		?	156	UP		?
D/P		(	157	D/P		(
DRUCK		DRUCK	162	DRU		DRU
STOP		]	163	STP		]
PAUSE			164	PAU		
ENDE			165	END		
NUM		!	166	NUM		!
KOMMA		)	167	KOM		)

PROGRAMM-FORMULAR K 1000

PROGRAMM Tabellierung von R, 2πR und πR² PROGRAMM-NR. 3 BLATT 1 VON 1
PROGRAMMIERER _____ DATUM _____
GESAMTZAHL BEFEHLE 94 GESAMTZAHL DATENREGISTER 3 ZUORDNUNG MAGNETKARTE _____
ADRESSIERUNG STM π

BZ	TASTE	KODE	BEMERKUNG	BZ	TASTE	KODE	BEMERKUNG
00	MARKE	MRK		50	π	PI	
01	π	PI		51	•	MUL	
02	TEXT	TEX		52	•	MUL	
03	ST			53	x⇄y	VXY	
04	√x	R	R	54	x²	X ↑ 2	
05	ST			55	π	PI	
06	ST			56	•	MUL	
07	R → x	U		57	x⇄y	VXY	
08	GL	=		58	TEXT	TEX	
09	2	2	U = 2πR	59	DRUCK	DRU	
10	π	π		60	R → x	U	
11	√x	R		61	2	2	
12	ST			62	DRUCK	DRU	
13	GRAD	F		63	2	2	DRUCK R
14	GL	=		64	0	Ø	
15	π	π	F = πR²	65	DRUCK	DRU	
16	√x	R		66	○	W	
17	↑	↑		67	DRUCK	DRU	
18	2	2		68	4	4	DRUCK 2πR
19	—	—		69	1	1	
20	—	—		70	ST		
21	—	—		71	DRUCK	DRU	
22	—	—		72	x⇄y	X	DRUCK πR²
23	—	—		73	5	5	
24	—	—		74	0	Ø	
25	—	—		75	TEXT	TEX	
26	—	—		76	1	1	
27	—	—		77	x → R	TXR	
28	—	—		78	+	ADD	
29	—	—		79	2	2	
30	—	—		80	R → x	TRX	
31	—	—		81	1	1	
32	—	—		82	R → x	TRX	
33	—	—		83	2	2	
34	—	—		84	—	—	
35	TEXT	TEX		85	= 0	= Ø	
36	ZS	ZS		86	0	Ø	
37	1	1		87	0	Ø	
38	0	Ø		88	9	9	
39	0	Ø		89	3	3	
40	x → R	TXR		90	SPRUNG	SPR	
41	1	1		91	4	4	
42	M	MOD		92	6	6	
43	1	1		93	ENDE	END	
44	x → R	TXR		94			
45	2	2		95			
46	R → x	TRX		96			
47	2	2		97			
48	↓	KNO		98			
49	2	2		99			